

КОСМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ В ГЕОЛОГИИ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР

КОМИССИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Секция «Космическая геология»

КОСМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ В ГЕОЛОГИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА 1983

Academy of Sciences of the USSR

Commission of natural resources studies
by space means

'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, линейных 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. Yanshin (Editor-in-Chief),
V. I. Makarov, V. M. Moralev, Yu. G. Safonov,
V. G. Trifonov, P. V. Florensky

Responsible editors:

V. G. Trifonov, V. I. Makarov, Yu. G. Safonov, P. V. Florensky

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ

Глава 32

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КОМПЛЕКСЕ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ

Нефть и газ — полезные ископаемые, поиски которых требуют проведения разномасштабных исследований и изучения разреза и структуры на значительную глубину для выработки теоретически обоснованных рекомендаций по стратегии нефтегазопроисковых работ. При поисках и разведке нефти и газа предполагается комплексное решение задач на различных уровнях — от микроскопического до регионального и трансрегионального, от анализа морфологии земной поверхности до изучения глубинной структуры. Летчик-космонавт СССР Г. С. Титов отмечает: «Успехи космонавтики способствовали формированию глобального, всеохватывающего, общепланетарного взгляда на разнообразные явления и процессы на Земле — взгляда, объективно требующего системного, целостного подхода на базе материализма и диалектики, то есть марксистской методологии» [Титов, 1981, с. 98—99].

Синтез аэрокосмических и геолого-геофизических данных наиболее эффективно осуществляется в рамках системного подхода, дающего возможность раскрыть целостность объекта, выявить механизм этой целостности, установить взаимосвязи и взаимозависимости элементов изучаемого объекта, на базе этого выявить закономерности в его строении и распределении тех его элементов, которые представляют непосредственный нефтегазопроисковый интерес. С этих позиций системный подход является методологической основой комплексных (аэрокосмических и геолого-геофизических) исследований. Изучение сложных геологических образований предполагает сочетание системно-структурных и системно-исторических исследований. Системно-структурный анализ дает представление о структуре объекта, позволяет выделить в системе элементы, изучить их взаимосвязь; сущность системно-структурного анализа при геологическом районировании состоит в выделении и классификации соподчиненных геологических тел разных иерархических уровней. Системно-исторические исследования позволяют не только установить последовательность геологических событий, но и определить их причинные связи, эволюцию и получить целостную картину об осадочном бассейне как об исторически развивающейся системе. Эти исследования направлены в первую очередь на районирование изучаемой территории.

Под нефтегазогеологическим районированием понимается расчленение исследуемых территорий и акваторий на части, характеризующиеся однородностью геотектонического строения и специфическими особенностями нефтегазоносности слагающих их формаций. Основной, конечной целью такого районирования является «установление закономерных связей размещения генетически различных групп и категорий регионально нефтегазоносных территорий с теми или иными типами крупных геоструктурных элементов земной коры и связанными с ними формациями, а также сравнительная дифференцированная оценка перспектив нефтегазоносности различных частей изучаемых территорий с определением мест возможной концентрации наибольших ресурсов нефти и газа» [Бакиров, 1976а, с. 18]. Нефтегазогеологическое районирование является основой прогнозирования нефтегазоносности недр и научно обоснованного выбора оптимальных направлений поисково-разведочных работ на нефть и газ.

До сих пор нефтегазогеологическое районирование в региональном плане проводилось путем суммирования и генерализации крупномасштабного материала, нередко неодно-

родного, а порой и противоречивого. Аэрокосмические геологические методы дают возможность изучать объекты как единое целое. В настоящее время аэрокосмические материалы стоят в одном ряду с основными элементами геологической информации, необходимыми для нефтегазogeологического районирования. При этом в качестве методологической основы районирования берется системный подход к изучению и классификации регионально нефтегазоносных территорий. Опыт изучения природной среды космическими средствами показывает, что космические снимки в комплексе с геолого-геофизическими материалами оказывают существенную помощь при выявлении пространственных соотношений крупных геотектонических структур земной коры.

Геологи-нефтяники поставили принципиально новую задачу — изучение связи характера фотоизображения с глубинным строением Земли по космическим снимкам разных масштабов [Флоренский, 1973; Макаров, Трифонов, Щукин, 1974; Флоренский, 1976]. Было показано, что такая связь существует, причем проявляется она по-разному, что позволяет говорить о единстве земной коры на различных уровнях. Именно изучение глубинной структуры различных территорий дистанционными методами и стало принципиально новым аспектом космических исследований. При этом надо иметь в виду, что дешифрирование при любом виде аэрокосмических исследований сводится к изучению и картированию особенностей видимых на фотоснимках элементов ландшафта.

Ландшафтно-индикационный подход является обязательным при тематическом дешифрировании. Эффективность его применения в значительной степени определяется полнотой изучения взаимосвязей между объектами и их ландшафтными индикаторами, а также свойств объектов и их индикаторов в различных областях электромагнитного спектра. Все это предопределяет необходимость использования для нефтегазоценозовских целей широкого комплекса не только собственно аэрокосмических, но и геологических, геофизических, географических и других методов.

Эффективность аэрокосмических методов во многом определяется использованием принципа изучения геологического строения «от общего к частному». В отличие от традиционной методики геолого-геофизических исследований, базирующейся на получении первичной информации в пределах отдельных площадей и на последовательном обобщении данных наземных полевых работ на всю исследуемую территорию, т. е. на методе «многоступенчатой генерализации», использование материалов дистанционного зондирования обеспечивает применение метода последовательной детализации. Обзорные космические снимки позволяют получать сведения о крупных элементах земной коры. Это дает основание уже при обработке мелкомасштабных снимков определить структурный каркас, характеризующий всю изучаемую территорию.

При анализе глубинной структуры нефтегазоносных бассейнов особое внимание было обращено на поведение подошвы осадочного чехла, так как его граница с фундаментом наиболее наглядно отражает структуру платформ и, следовательно, распределение в их пределах залежей нефти и газа. Поэтому, естественно, и главнейшие работы по изучению глубоко погруженного под осадочным чехлом фундамента посвящены нефтегазоносным провинциям. Важность изучения структуры фундамента в целях поисков нефти и газа обосновывал еще И. М. Губкин на примере Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Позже было проанализировано развитие этой территории во времени [Бакиров, 1954], проведено комплексное геолого-геофизическое изучение ее глубинной структуры (А. А. Бакиров, Н. В. Неволин) и петрографическое изучение пород фундамента по керну глубоких скважин с привлечением геофизических материалов, организованное В. П. Флоренским и Т. А. Лапинской [1956]. В настоящее время внимание нефтяников привлекают и другие платформы, в том числе и Туранская плита. А. Д. Архангельский [Яншин, 1951] в начале 30-х годов показал важность региональных геофизических исследований для изучения глубинной структуры платформы. Методы геофизического изучения глубинного строения платформ отработаны Ю. Н. Годиным на примере Туранской плиты, которая по праву стала полигоном для подобных работ и считается тектонотипом молодых плит. Для территории Туранской плиты была поставлена проблема поисков связи изображения поверхности из космоса с глубинным строением в целях ее регионально-тектонического районирования [Флоренский, 1973; Макаров, Трифонов, Щукин, 1974].

Нефтегеологическое районирование проведено и для зарубежных территорий. Так, применительно к территории Северной Сахары использование космических изображений дало возможность в условиях геологически закрытого региона уточнить конфигурацию нефтегазоносных областей в рамках границ тектонических элементов I порядка — внутриплатформенных впадин Тауденни, Тиндуф, Реггау, Ахнет, Тимимун, Уэд-Миа,

Радамес, Хамра, Мурзук и других сводовых поднятий и погребенных кряжей — Уэд-Намус — М'Зар, Иджеран — Хасси-Нешу, Хасси-Р'Мель — Туггурт, Берессоф, Эль-Биод — Хасси-Мессауд, а также региональных моноклиналей Муйдир и Иллизи.

В пределах Алжирской Сахары выделены две самостоятельные нефтегазоносные провинции — Западно-Сахарская и Центрально-Сахарская, резко различающиеся формационным составом разрезов, а следовательно, и условиями нефтегазонакопления. Использование принципов системного картографирования при получении дистанционных материалов, их обработка и последующее дешифрирование позволяют с одинаковой степенью детальности и достоверности выявлять и картировать изучаемые объекты на всей площади проводимых работ, а также ранжировать их по степени выраженности в строении ландшафта.

Решение нефтегазопроисковых задач предусматривает переориентировку всего объема аэрокосмических и геолого-геофизических работ на выявление, изучение и картирование тех особенностей неотектоники и глубинного строения региона, которые непосредственно определяют его нефтегазоносность, а также влияют на организацию, методiku и технологию поисковых и разведочных работ, на эксплуатацию месторождений и транспортировку нефти и газа.

Аэрокосмические исследования не заменяют, а дополняют традиционные методы геологических исследований. Только комплексный подход может обеспечить получение новой достоверной информации, необходимой для последующих нефтегазопроисковых работ. Выполнение большого и сложного комплекса работ и необходимость их строгого координирования предопределяют целесообразность использования программно-целевого планирования при организации и проведении аэрокосмических исследований. В. И. Гридиным [1982] разработаны и опробованы схемы методики и технологии аэрокосмических исследований, построенные по принципам программно-целевого планирования и управления. Они имеют вид таблиц, где вертикальные графы отображают разделы исследований, а горизонтальные — последовательность их выполнения по этапам, стадиям, отдельным работам и операциям. Эти схемы обеспечивают возможность охвата программно-целевым планированием сложного комплекса работ, сохраняя все преимущества и достоинства традиционных сетевых графиков. Они позволяют определить взаимосвязь между этапами работы, технологическую последовательность их выполнения, проанализировать весь процесс и выявить критические операции, определяющие его продолжительность в целом, а также резервы времени.

Таким образом, дистанционные методы заняли в нефтегазопроисковых исследованиях место, которое подготовлено развитием геологической науки. Научные и практические результаты обработки космической информации, которые впервые получены в начале 70-х годов, уже сейчас весьма значительны. Наступил этап многообразного и многостороннего реального использования космических снимков для решения различных геологических задач. Космические снимки становятся неотъемлемой частью комплекса теоретических и практических нефтегазопроисковых работ. Свидетельство тому — то, что во многих территориальных управлениях и различных организациях министерств нефтяной и газовой промышленности созданы научные подразделения, в вузах читаются разделы и специальные курсы, посвященные применению космической информации в нефтяной геологии.

Ниже изложены результаты конкретного изучения глубинного строения отдельных нефтегазоносных или прилегающих к ним территорий с применением космических снимков. Составители стремились подчеркнуть многочисленность коллективов и разнообразие подходов к проблеме, различие районов исследования и несхожесть применяемых методов. Это породило кажущуюся разнородность раздела, однако именно такая разнородность отражает процесс роста и становления новой отрасли, новых методов поисков нефти и газа.

НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ ПРОВИНЦИИ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ

ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция представляет собой важный по значению нефтедобывающий регион СССР. Хорошая изученность, разнообразие тектонических структур делают этот регион эталонным объектом для отработки методики применения дистанционных съемок при решении ряда вопросов нефтяной геологии [Геологическое..., 1978]. В первую очередь — это оценка структурно-тектонических условий, предопределивших нефтегеологическое районирование и размещение различных типов залежей как структурного, так и литологического характера.

Формирование и размещение месторождений нефти и газа определяются большим количеством факторов, среди которых основными являются структурно-тектонические, литологические, гидрогеологические и др. Они влияют на гидрогеологическую обстановку нефтегазоносных провинций, на генерацию углеводородов и обуславливают циклы нефтеобразования. Эти факторы — важнейшие при анализе нефтегазосодержащих и нефтематеринских пород, времени формирования локальных поднятий, миграции углеводородов и условий формирования залежей.

В настоящее время применение дистанционных материалов для решения поисковых задач в пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции связывают с выявлением новых структур в девонских и рифейско-вендских отложениях. Эти структуры приурочены к грабенообразным впадинам, и их распространение контролируется разломами, которые с наибольшей детальностью устанавливаются дистанционными съемками.

В разделе рассматриваются возможности использования результатов дешифрирования космических снимков при нефтегеологическом районировании с позиций структурного анализа и изучения закономерностей размещения месторождений нефти и газа.

Проведенные дистанционные исследования базировались на космических снимках, полученных со спутников «Метеор-18—30» и с орбитальной станции «Салют». Анализ результатов дешифрирования разных уровней генерализации, взаимодополняющих и контролирующих друг друга, показал, что Волго-Уральская нефтегазоносная провинция имеет четкие пространственные ограничения, контролируемые элементами глубинной структуры [Флоренский и др., 1976; Геологические..., 1978; Трофимов, 1981].

Большая часть Волго-Уральской антеклизы по данным дешифрирования представляет собой полигональный блок трапециевидной формы, ограниченный с запада Транскавказско-Канинской, с востока Приуральской и с юга Орско-Варшавской мегазонами дислокаций [Флоренский и др., 1950; Неволин, 1971]. С севера она подрезается Тиманским кряжем. Западная ее часть — клиновидный выступ Токмовского свода — на снимках выделяется относительно слабо.

Тектоническое районирование, проведенное по результатам дешифрирования космических снимков, наиболее близко к схеме, предложенной В. А. Клубовым [1973]. Он отмечает, что современный структурный план рельефа поверхности фундамента подчинен ортогональной системе крупных расколов земной коры, местами искаженной разрывами диагонального простираения. Ведущая роль в структуре антеклизы обусловлена субмеридиональным простираем Вятского авлакогена и субширотной ориентировкой Серноводско-Абдулинского. Последний продолжается на запад мелкими отрицательными формами платформенного чехла. Кроме этих структур доплитного комплекса, ряд разломов, в частности Башкирско-Удмуртские, определяют расположение субширотных и субдолготных выступов фундамента, чередующихся с депрессиями и впадинами. Этот структурный план близок к схеме районирования Волго-Уральской антеклизы, установленной дешифрированием (рис. 144, см. вкл.).

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция разделена на ряд блоков и мегаблоков субширотными зонами и мегазонами дислокаций: Орско-Варшавской, Самаро-Токской, Куршско-Красноуфимской и др. Куршско-Красноуфимская мегазона делит провинцию на два мегаблока — южный, Приволжский, и северный, Прикамский, различающиеся структурными планами. Для южного мегаблока характерно преимущественно северо-северо-восточное простираение структур, разломов и линеаментов, перпендикулярное тиманидам. В пределах северного мегаблока можно выделить два основных направления — субширотное и субдолготное. В восточной его части разрывы имеют преимущественно северо-западные простираения, а в западной — северо-восточные (антитиманские).

Отмечается подчиненность ориентировки локальных структур простираниям линеаментов и разломов.

Приволжский мегаблок, в свою очередь, делится Самаро-Токской зоной региональных линеаментов на два блока — Ульяновско-Уфимский и Куйбышевско-Оренбургский (см. рис. 144, III, IV). Эти блоки имеют почти прямоугольную форму и индивидуальную структурную характеристику (см. рис. 144, III, IV). Для первого типично большое количество изометричных объектов и преобладание линеаментов субмеридионального и северо-западного направлений, а для второго — преобладание северо-восточных ориентировок линейных структур на западе и северо-западных на востоке, а также более крупных и редких изометричных объектов. Эти различия определяют индивидуальность выделяемых блоков и унаследованно связаны с доплитными и плитными структурами чехла.

Ульяновско-Уфимский блок объединяет Кукморскую и Альметьевскую вершины Татарского свода, разделенные Нижнекамской зоной дробления, отражающейся на космических снимках. Этот блок выделяется меньшим количеством линеаментов и крупными изометричными структурами, соответствующими этим вершинам, в частности Ромашкинской структуре.

Выделение в пределах Приволжского мегаблока двух блоков четко фиксируется хорошо дешифрирующимися Жигулевским, Кинельско-Самаркинским и другими разломами, которые сопровождаются серией параллельных им региональных линеаментов. Южный блок отвечает в общих чертах Жигулевско-Оренбургскому своду, обрамляющему Бузулукскую впадину.

Прикамский мегаблок отличается более слабой дешифрируемостью. Он как бы перекрыт фронтальными надвиговыми структурами Тиманид и подразделяется Скандо-Соликамской мегазоной на два блока — Сыктывкарский и Кировско-Пермский (см. рис. 144, I, II). Для первого характерно разнообразие простираний линеаментов и ограниченное количество изометричных объектов, для второго — преобладание антитиманского направления линейных структур и крупные изометричные объекты. Последние коррелируются с крупными сводовыми поднятиями фундамента — Камским, Коми-Пермяцким и Котельническим. Кировско-Пермскому блоку соответствует полоса субширотных выступов — Летнинского, Челецкого и Чермозского.

Проведенное по материалам дистанционных съемок структурное районирование Волго-Уральской нефтегазоносной провинции в общих чертах соответствует тектоническому районированию, однако существующие между ними отличия, по-видимому, обусловлены активизацией ряда крупных структур на новейшем этапе. Это доказывается высокой степенью совпадения ориентировки региональных разломов и линеаментов, связанных с ними локальных структур и соответствием изометричных объектов наиболее крупным сводам и вершинам, осложняющим их.

Необходимо подчеркнуть, что три выделяемых блока Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (Кировско-Пермский, Ульяновско-Уфимский и Куйбышевско-Оренбургский) имеют определенное для каждого из них пространственное размещение месторождений нефти и газа и различную концентрацию запасов [Карта..., 1976].

Распределение запасов углеводородов определяется тем, что выделенные линеаменты в пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции играют роль разрывных ограничений нефтегазоносных структур доплитного (рифейско-нижневендского) и плитного (фанерозойского) комплексов, наиболее отчетливо проявляющихся в первом и значительно слабее выраженных во втором. Подобное отображение линеаментов в чехле связано с уменьшением амплитуды перемещений по разломам, а также с большей компенсированностью осадконакопления на поздних этапах. Отдельные выступы, прогибы и впадины в рельефе поверхности фундамента, считавшиеся погребенными и не отраженными в верхних структурных ярусах, находят четкое отображение на космических снимках, а следовательно, на неотектоническом уровне.

Высокая степень унаследованности структурного плана рельефа поверхности фундамента отмечается также для франско-эйфельского яруса; исключение составляют области, тяготеющие к Предуральскому краевому прогибу, особенно к его юго-восточной части. Это соответствие структурных планов выражается главным образом в сохранении ориентированности структур, подчиненных ортогональной системе. В фаменском веке проявляется новообразованная диагональная система разрывов. Отмеченная перестройка структурных планов здесь приобретает конкретные формы в виде Камско-Кинельской системы прогибов. С происхождением этих прогибов [Мирчинк и др., 1965; Максимов и др., 1970] связывают месторождения нефти и газа (рис. 145). По данным

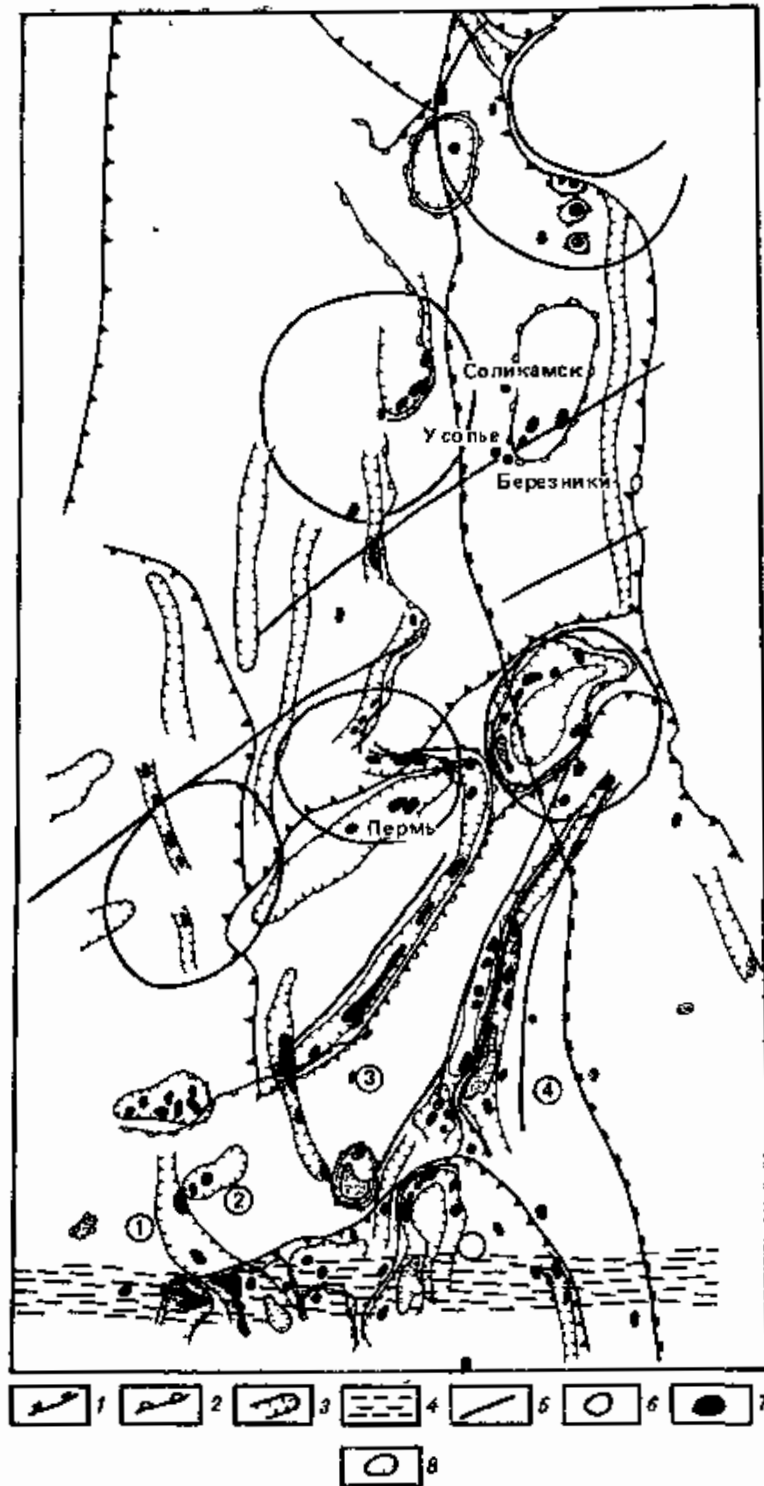


Рис 145 Схема соотношений линейных и изометричных объектов, дешифрируемых на космических снимках, и месторождений нефти и газа северо-восточной части Волго-Уральской провинции и прилегающей части Предуральского прогиба

1—3 — границы 1 — Предуральского прогиба, 2 — Камско-Хмельской системы прогибов, 3 — валов и выступов фундамента, 4 — Куршско-Красноуфимская мегазона дислокаций, 5 — линейменты, 6 — изометричные образования, 7, 8 — месторождения 7 — нефтяные, 8 — газовые

Структуры (цифры в кружках) впадины 1 — Бабкинская, 2 — Сарапульская, 3 — Шалымская, 4 — Куйгурская моноклинали, 5 — Башкирский свод

космических исследований, этот вопрос решается с позиций тектонического контроля данной системы прогибов. Некоторые ветви этой системы — Мухановско-Ероховская, Сарапульская и частично Нижнекамская — хорошо дешифрируются на дистанционных материалах в виде относительно широких зон дробления (см. рис. 144, 145). Другие элементы этой системы прогибов находят более слабое выражение на региональных снимках.

Сопоставление тектонического районирования Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, положенного в основу нефтегеологического районирования [Карта..., 1976], и результатов дешифрирования показывает, что разнородные элементы, слагающие этот регион, находят отражение на космических снимках: сводовые поднятия и осложняющие их вершины, приразломные валы типа Кулешовского

[Трофимов, Дмитриева, 1981], авлакогены с различной степенью инверсии на плитной стадии, как, например, Серноводско-Абдулинский, Вятский и др.

Локализация Волго-Уральской нефтегазоносной провинции в системе субмеридиональных мегазон определяется ее пространственной связью с Приуральским поясом, прослеживаемым от Каспийского до Баренцева моря и активизированным на готско-байкальском и частично девонском этапах. Для пояса характерны сокращенная (30—35 км) мощность земной коры, многочисленные интрузии основного состава рифейского и вендского возраста, рифейский возраст пород фундамента (по радиологическим данным), многочисленные интрузивные и вулканические проявления девонского возраста, а также преимущественно основной состав коры. Эти признаки активизации приурочены к Урало-Африканской аномалии геопотенциала, установленной по данным наблюдений за орбитами искусственных спутников Земли [Клушин, 1980]. Дополнительным фактом, подтверждающим готско-байкальский возраст активизации Приуральского пояса, является развитие разновозрастных структур и переработанных участков фундамента Тимана и Прикаспия.

Тектоно-магматическая переработка фундамента Волго-Уральской нефтегазоносной провинции обусловила ее высокую подвижность в течение палеозоя, выразившуюся в виде дифференцированных движений блоков. Эта подвижность в ослабленном виде сохраняется и до настоящего времени.

Детальный анализ геологических данных показывает, что в этом регионе наблю-

дается унаследованное развитие линейных структур, например в обрамлении Бузулукской впадины. Отмечается взаимосвязь тектонических элементов фундамента, доплитного и плитного комплексов платформенного чехла в пределах Кулешовского, Дмитриевского, Мухановского и других валов [Трофимов, Дмитриева, 1981]. Изометричные структуры пространственно соответствуют вершинам и выступам, осложняющим Жигулевский свод, — Жигулевскому, Балаковскому, Перелюбскому, Покровскому и др. Некоторая пространственная связь намечается для незамкнутых изометричных объектов с участками распространения рифтовых построек фаменско-турнейского возраста (Бобровско-Покровская зона и др.).

В целом по Волго-Уральской нефтегазоносной провинции из 100 изометричных объектов, выявленных путем дешифрирования космических снимков (см. рис. 144), 20 находят отображение в строении фундамента и платформенного чехла, что указывает на их длительное конседиментационное развитие. 10 структур (т. е. 10% от всех изометричных объектов провинции) пространственно соответствуют месторождениям нефти и газа — Ромашкинскому, Шарлыкскому и др.

Для некоторых линейных и изометричных объектов, дешифрируемых на космических снимках, не отмечается прямой связи со структурами чехла, но наблюдается контролирующая роль в размещении месторождений нефти и газа. Это характерно не только для Волго-Уральской провинции, но и для сопредельных районов Предуральского прогиба. Например, месторождения нефти и газа Соликамской впадины приурочены к узлу пересечения Приуральской и Скандо-Соликамской мегазон [Трофимов, 1981] и концентрируются по периферии крупной Красновишерской и других изометричных структур (см. рис. 148). Районирование по запасам углеводородов здесь контролируется линиями северо-восточного простирания.

Определенная пространственная связь отмечается в размещении месторождений нефти и газа и структур чехла относительно положения Куршско-Красноуфимской мегазоны. Она пересекает северную периклинал Башкирского свода и ряд валообразных поднятий (Чернушинское, Дороховское, Капканское и др.), с которыми связано более 10 месторождений: Гожанское, Красноярско-Кудинское, Павловское, Аптугайское и др. Куршско-Красноуфимская мегазона также разграничивает территории с различной концентрацией углеводородов. Основные запасы нефти сосредоточены на Татарском своде. Северная граница разведанных запасов I-III категорий соответствует Куршско-Красноуфимской мегазоне, а ее продолжение в восточном направлении является границей нефтегазоносных районов [Карта..., 1976].

Приведенные примеры по различным геотектоническим структурам Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и Предуральского прогиба указывают на районизирующее значение выявленных линейментов, зон дислокаций и изометричных объектов в размещении запасов углеводородов. Несмотря на различие рассмотренных региональных тектонических структур, формировавшихся в разные тектоно-седиментационные циклы, общим для многих выделенных локальных объектов является активность на современном этапе и контролирующая роль в размещении месторождений нефти и газа.

Анализ геологического строения Оренбургского вала и прилегающей территории Предуральского прогиба проводился по среднемасштабным снимкам. Некоторые из них подверглись квантованию в целях более отчетливого выявления структурных взаимоотношений различных тектонических элементов. Квантование осуществлялось на приборе «Эспандер»¹ и выражалось в основном в разделении исходного фотоизображения с выявлением деталей разнородных структур.

Оренбургский вал осложняет северную часть Соль-Илецкого выступа, имеет субширотное простирание, выделяется по поверхности фундамента и ряду горизонтов платформенного чехла. С востока он ограничен Предуральским прогибом, а с севера, запада и юга — системой разломов, хорошо дешифрирующихся на космических снимках. В пределах Оренбургского вала выделяется ряд локальных структур (Краснохолмская, Оренбургская и Южно-Красноярская), которые разделяются системой локальных линейментов субмеридиональной ориентировки.

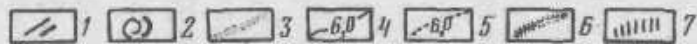
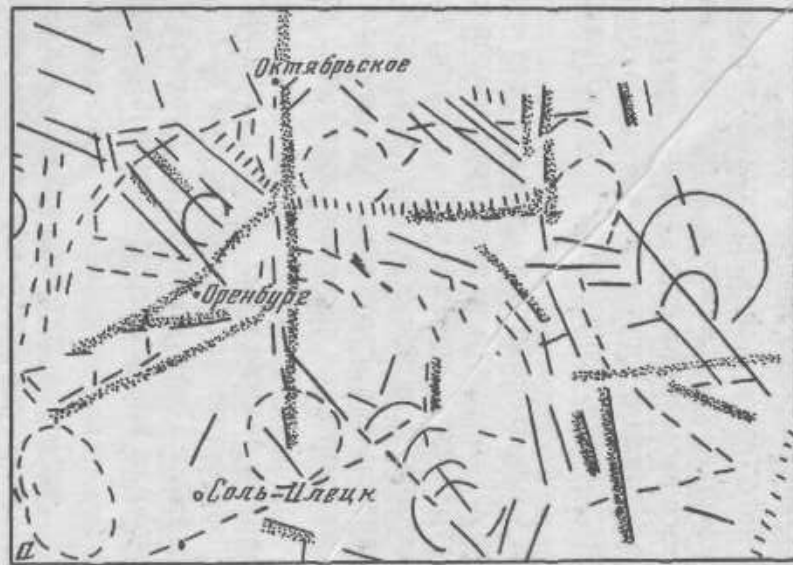
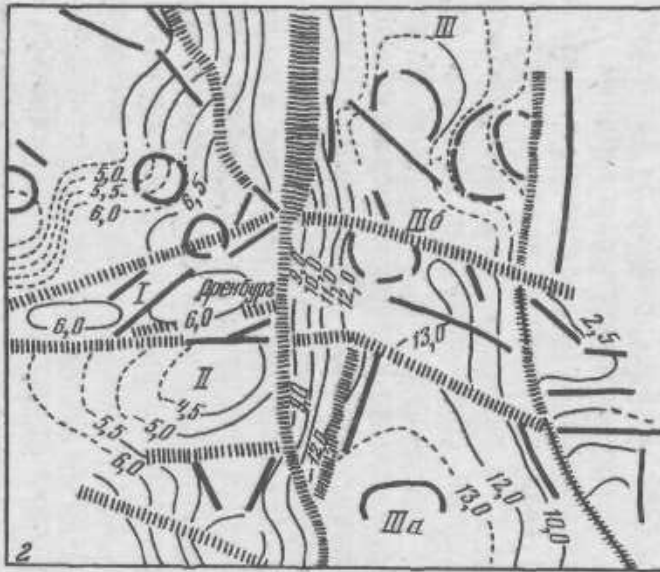
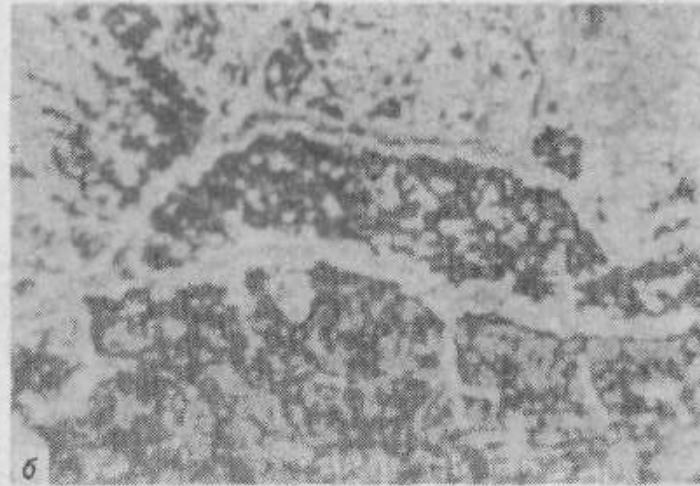
Наиболее отчетливо проявляются на квантованном снимке (рис. 146, б, в) субширотные ориентированные системы мелких линейментов, обрамляющих Оренбургский вал, и субдолготные зоны, соответствующие ограничению Предуральского прогиба (см. рис. 146, г). Широтная структура Оренбургского вала вписывается в трансплатформен-

¹ Квантование осуществлялось в Центральной комплексной аэрогеологической экспедиции НПО «Аэрогеология» (ЦКАГЭ) И. А. Моисеенко, за что авторы выражают ему свою благодарность.

Рис. 146. Геологическое строение Оренбургского вала по результатам дешифрирования среднимасштабного космического снимка

a — схема дешифрирования исходного космического снимка Оренбургского вала и сопредельной территории; *б* — космический снимок Оренбургского вала, преобразованный методом квантования; *в* — суммарная схема дешифрирования квантованных космических снимков; *г* — структурная схема Оренбургского вала по кровле докембрийского фундамента.

1 — линеаменты, дешифрируемые на исходном и квантованном космических снимках; *2* — изометричные образования; *3* — линейные зоны, совпадающие по исходному и квантованному снимкам; *4* — изогипсы рельефа поверхности фундамента (в км); *5* — изогипсы рельефа поверхности фундамента, исправленные с учетом результатов дешифрирования; *6* — разломы, дешифрируемые на космических снимках; *7* — зоны линеаментов. Структуры: I — Оренбургский вал, II — Соль-Илецкий выступ, III — Предуральный прогиб, IIIa — Актюбинская впадина, IIIб — Бельская впадина



ную Орско-Варшавскую мегазону дислокаций, которая восточнее разделяет Бельскую и Актобинскую впадины Предуральяского прогиба.

Сопоставление схем дешифрирования исходных (см. рис. 146, а) и квантованных снимков показывает, что основной структурный рисунок линейментов, определяющий районирование изучаемого района, имеет высокую сходимость со структурным планом (см. рис. 146, б) территории, увеличивающуюся при большем объеме информации. Схема дешифрирования исходных фотоизображений показывает преимущество ортогональной системы структурного плана, тогда как квантованные снимки отличаются большим разнообразием простираний линейментов. Таким образом, можно отметить, что на квантованных снимках объем информации, указывающий на наличие многочисленных систем разрывов и трещиноватости, контролирующей локальные поднятия, достаточно велик и может способствовать возможности выявления поднятий в северном обрамлении Оренбургского вала по аналогии с отмеченными структурами.

Оренбургский вал, по данным дешифрирования космических снимков, больше тяготеет к линейментам восток-северо-восточного, нежели субширстного (см. рис. 146), простирания. Они и определяют простирание локальных структур, которые имеют хорошо проявленные разрывные ограничения.

Использование квантованных снимков явилось ценным дополнением к исходным изображениям и позволило уточнить простирание восточной оконечности Оренбургского вала, а также характер разрывных нарушений, контролирующих локальные структуры в его пределах.

Опыт работы с квантованными фотоизображениями показывает, что они позволяют установить рисунок линейментов и их взаимоотношения с нефтегазоносными структурами. В частности, по результатам дешифрирования выделяется система локальных линейментов субмеридиональной и северо-западной ориентировки; последняя контролирует изометричные объекты. Знание систем этих линейментов как предполагаемых разрывных нарушений позволяет наметить простирание и положение локальных структур при интерпретации геофизических материалов и построении структурных карт.

Рассмотренные примеры выделения крупных блоков земной коры в пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, определяющих нефтегеологическое районирование, сравнительно высокий уровень корреляции линейно-изометричных объектов и нефтегазоносных структур, указывают на высокую информативность результатов дешифрирования. Линейные и изометричные объекты, конседиментационно проявленные в палеозойском комплексе, играли существенную роль в формировании регионального структурного плана и локальных поднятий, обуславливали специфику тектоно-седиментационных циклов, влияющих на эволюцию нефтегазоносных провинций, в значительной мере предопределяли пути миграции углеводородов и контролировали гидрогеологические условия.

Оренбургский вал¹. При изучении структуры Оренбургского вала, в разрезе которого разрабатывается одноименное газоконденсатное месторождение, применены результаты дешифрирования космических снимков.

Оренбургский вал является крупной пиклятивной структурой, вытянутой вдоль северного обрамления Соль-Илецкого выступа фундамента, граничащего на юге с Прикаспийской синеклизой, а на востоке с Предуральским красным прогибом. Дешифрирование космических снимков подтвердило блоковое строение Оренбургского вала: в процессе разведки вала были встречены резкие (до 150 м) перепады гипсометрических отметок кровли нахлещермских отложений, что позволило предполагать нарушенность вала разрывными нарушениями. Сопоставление данных бурения и результатов дешифрирования космических снимков показало, что структура Оренбургского вала по кровле продуктивных отложений разбита более чем на 10 блоков (рис. 147). Раздробленность структуры Оренбургского вала подтверждают данные о перепаде мощностей разновозрастных отложений, о разных уровнях газо- и водонефтяных контактов, различающихся в пределах отдельных блоков почти на 100 м. Блоковая структура вала находит также подтверждение в распределении форм соляной тектоники, продуктивности пластовой энергии, коллекторских свойств и некоторых других геолого-промысловых данных.

Отдешифрированные линейменты связаны с проявлением структуроконтролирующих дислокаций. Эта связь выражается в том, что длинные оси более 40 локальных структур, известных как в районе Оренбургского вала, так и в пределах Соль-Илецкого выступа,

¹ Раздел написан А. В. Жуковым.

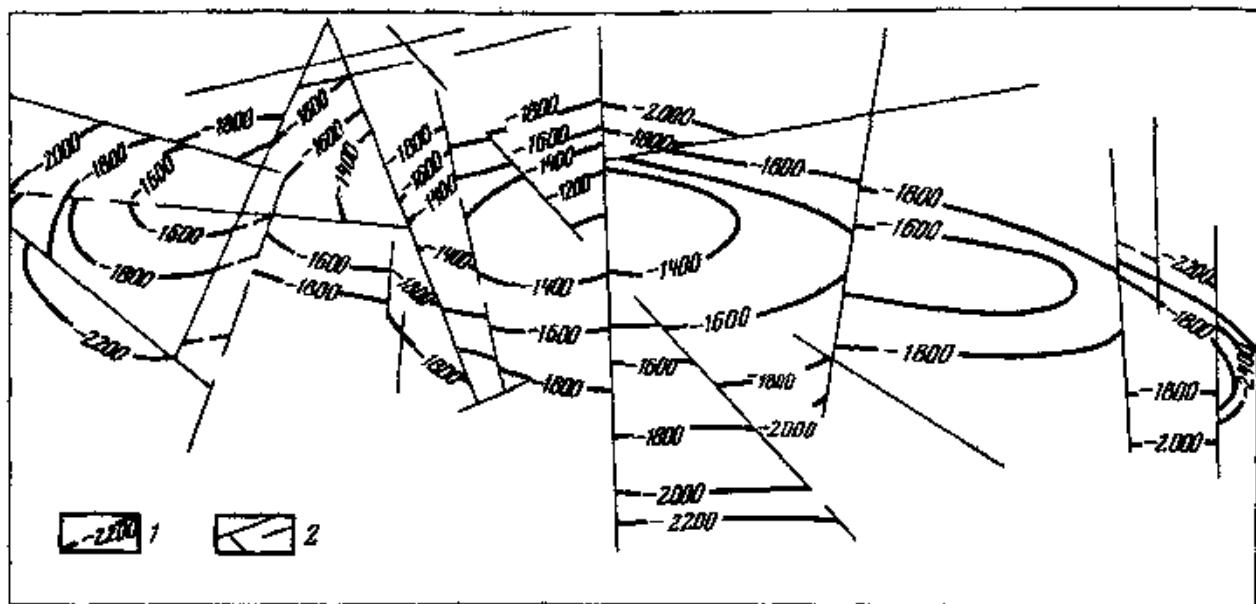


Рис. 147. Разрывно-блоковое строение Оренбургского вала

1 — изогипсы по кровле нижнепермских продуктивных отложений (в м); 2 — разрывные нарушения, отдешифрованные по комплексу разномасштабных космических снимков и подтвержденные результатами бурения

соответствуют простиранию прилежащих линеаментов. Кроме того, при бурении глубоких скважин в прибортовой части Прикаспийской синеклизы установлено, что почти все скважины, в разрезе которых, главным образом в соленосных отложениях, были установлены аномально высокие пластовые давления, приурочены к отдешифрованным линеаментам.

ЮГ СЕВЕРО-КАСПИЙСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Прикаспийская синеклиза располагается на границе древней Восточно-Европейской и молодой Центрально-Евразийской платформ. Это — одна из старейших нефтегазоносных провинций СССР. Анализу внутренней глубинной структуры и методам поиска локальных поднятий Северо-Каспийской провинции посвящено особенно много работ [Аристархова, 1970; Волчегурский и др., 1977, 1978; Космофотогеологическая..., 1978; Крымов и др., 1979; Космогеологическая..., 1980; и др.].

Изучение комплекса разномасштабных снимков, полученных с орбитальной станции «Салют-4», с космического корабля «Союз-22», со спутников «Метеор», позволило отдешифровать линеаменты (рис. 148) и сопоставить особенности мелкомасштабного изображения территории синеклизы с ее глубинной структурой — поверхностью фундамента и подсолевого комплекса.

Выделены линеаменты северо-западного и северо-восточного простираний, совпадающие соответственно с ориентировкой долины Волги в нижнем и среднем ее течении, а также линеаменты субширотного и субмеридионального простираний, совпадающие с простиранием обрамляющих складчатых зон — вала Карпинского, Уральской и Южно-Эмбенской. Большинство их соответствует морфолексурам, выявленным Л. Б. Аристарховой [1970] в процессе морфометрического анализа земной поверхности. Все главные разломы выражены на космических снимках линеаменами. Они расчленяют синеклизу на блоки и образуют с юга на север шесть субширотных зон, субпараллельных краю древней платформы (рис. 149).

Смушковский и Кумтюрбинский глубинные разломы ограничивают на юго-востоке Восточно-Европейскую платформу. Кумтюрбинский разлом выражен взбросом с амплитудой более 2 км.

Каракульский и Южно-Эмбенский глубинные разломы пересекают всю земную кору и уходят в верхнюю мантию; смещения поверхности фундамента по ним составляют 0,5—1,5 км, а поверхности подсолевого палеозоя — 2 км. По отложениям палеозоя эти разломы отделяют южную прибортовую зону Прикаспийской синеклизы от миогеосинклинальных складчатых зон (Южно-Эмбенской и Каракульско-Смушковской), характеризующихся дислоцированными палеозойскими породами, приразломными складчатыми структурами (например, Жанасу) и малоамплитудными надвигами. Южно-Эмбенский разлом (сброс) выделяется на ряде сейсмических профилей МОВ, КМПВ; ему соответствуют гравитационная ступень и цепочка небольших магнитных аномалий.

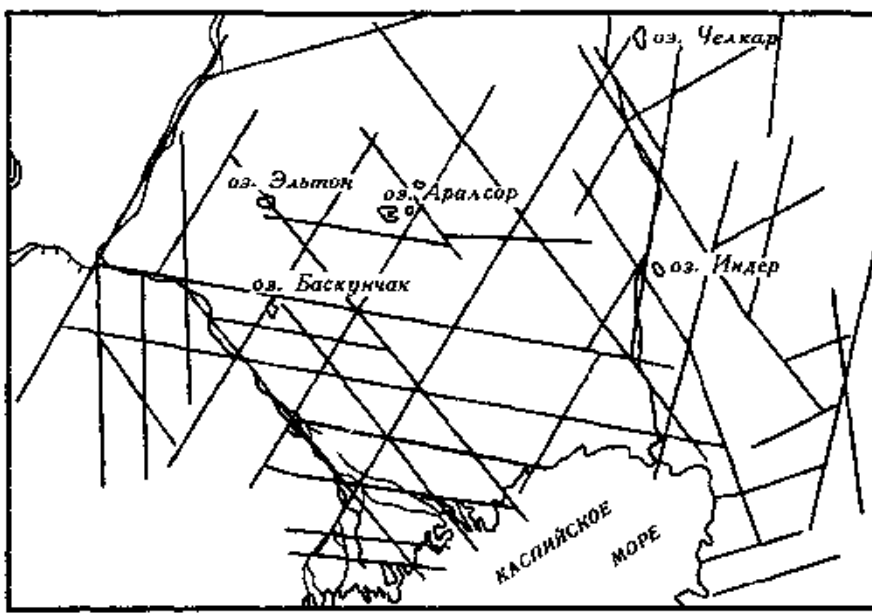


Рис. 148. Схема линейментов, отделированных на мелкомасштабных космических снимках юга Северо-Каспийской нефтегазоносной провинции

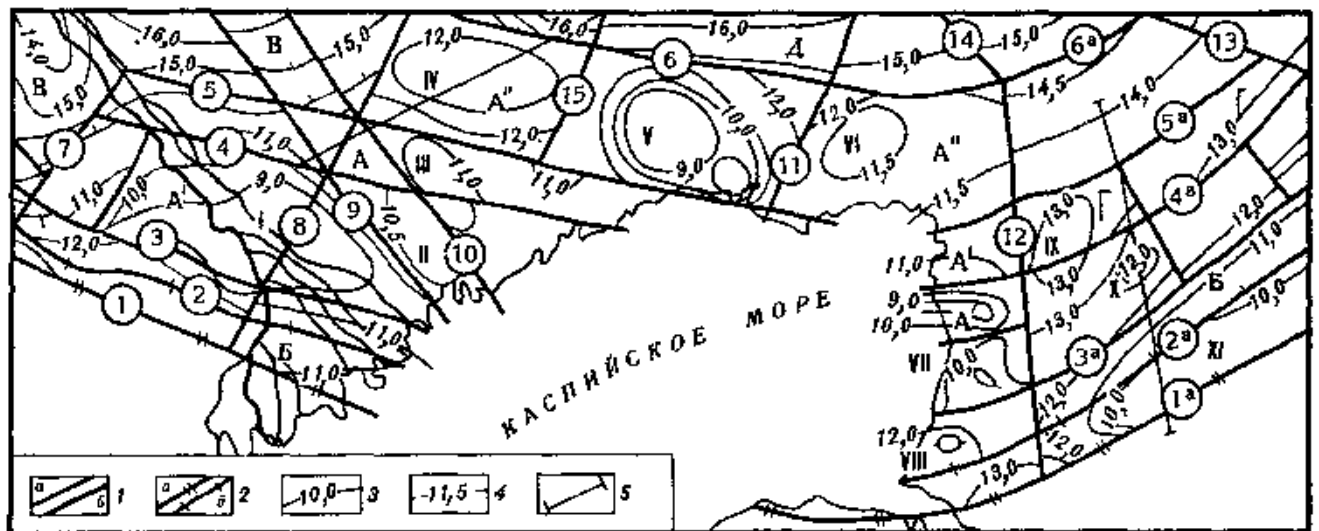


Рис. 149. Схема глубинного строения юга Прикаспийской синеклизы, дополненная и уточненная по результатам дешифрирования космических снимков

1 — глубинные разломы: а — главные, б — второстепенные, 2 — краевой шов: а — древняя граница, б — современная граница, 3, 4 — изогипсы по поверхности кристаллического фундамента (в км), 3 — основные, 4 — промежуточные, 5 — опорные сейсмические профили

Основные тектонические элементы А — Северо-Каспийский приподнятый мегаблок, А' и А'' — Астраханско-Приморская и Мынтябинско-Новобогатинская тектонические ступени, Б — Южно-Прикаспийская зона окраинного прогибания, прогибы В — Сарпинский, Г — Южно-Эмбенский, Д — Центрально-Прикаспийская депрессия, выступы фундамента: I — Астраханский, II — Каратюбинский, III — Октябрьский, IV — Северо-Мынтябинский, V — Новобогатинский, VI — Байчунасский, VII — Приморский, VIII — Южный, IX — Кульсаринский, X — Бикжалский, XI — Южно-Эмбенский. Глубинные разломы: 1 — Смушковский, 1а — Кумтябинский, 2 — Каракулевский, 2а — Южно-Эмбенский, 3 — Астраханский, 3а — Тугаракчанский, 4 — Приморско-Заволжский, 4а — Утыбайский, 5, 5а — Мынтябинско-Гурьевский, 6 — Волгоград-Баскунчакский, 6а — Караулкельдинский, 7 — Сарпинский, 8 — Челкар-Волжский, 9 — Баскунчак-Каспийский, 10 — Эльтон-Каспийский, 11 — Аграхано-Хобдинский, 12 — Каратонский, 13 — Тобускенский, 14 — Унгарский, 15 — Новобогатинский

Астраханский и Тугаракчанский разломы ограничивают краевую зону Прикаспийской синеклизы; по сейсмическим данным, они нарушают поверхность фундамента и проявляются в подсолевом комплексе. Тугаракчанский разлом выделяется по поверхности фундамента на сейсмических профилях и имеет амплитуду 0,6—2 км. Он развивался в течение палеозоя и триаса; в современном рельефе и на космических снимках почти не выражен. Астраханскому разлому отвечает резкое флексуобразное погружение поверхности сейсмического горизонта, а по данным бурения наблюдается значительное сокращение с юга на север мощности нижнепермских докунгурских отложений. В современном рельефе он выражен слабо, хотя и дешифрируется на космических снимках.

Приморско-Заволжский и Утыбайский разломы, образующие следующую зону, по данным региональных сейсмических профилей, смещают поверхность Мохоровичича. Приморско-Заволжский разлом фиксируется флексуобразным перегибом поверхности сейсмического горизонта и поверхности фундамента к северу от Заволжской площади, на Астраханском своде и к северу от Приморского вала.

Севернее выделяется Мынтябинско-Гурьевский разлом, видимый на мелкомасштаб-

ных снимках. На востоке он выделен И. Б. Дальяном [Дальян, Посадская, 1972] по данным сейсморазведки.

К северу, северо-западу от предыдущей зоны разломов развиты Волгоградско-Баскунчакский и Караулкельдинский разломы. Волгоградско-Баскунчакский разлом отчетливо дешифрируется на космических снимках различной степени генерализации и фиксируется профилями ГСЗ, КМПВ, на которых погружение поверхности фундамента к центральной части Прикаспийской синеклизы достигает 2—3 км. По мнению М. С. Арабаджи [Арабаджи и др., 1971] и других исследователей, Караулкельдинский разлом является границей между Предуральским краевым прогибом и центральной частью Прикаспийской синеклизы. Он выделен на космических изображениях и установлен на ряде региональных профилей, где по нему видно смещение поверхности Мохоровичича; его зоне отвечает вытянутая интенсивная положительная магнитная аномалия и гравитационная ступень. Караулкельдинский разлом, формировавшийся в течение длительного времени, способствовал образованию в подсолевых палеозойских породах крупных локальных поднятий, которые контролировали седиментацию палеозойских образований вплоть до нижнепермских. В. С. Журавлев [1972] считал, что Караулкельдинский разлом глубокого и древнего заложения являлся в рифее шовным ограничением эпикарельского остова Восточно-Европейской платформы.

Таким образом, по главнейшим региональным субширотным разломам, которые установлены геолого-геофизическими работами и проявляются на космических изображениях, происходит ступенчатое погружение поверхности кристаллического фундамента от южного борта к центральной, наиболее погруженной части Прикаспийской синеклизы.

Диагональные и субмеридиональные разломы отличаются прямолинейностью; они усложняют структуру фундамента, разбивая его на блоки. С запада на восток по геолого-геофизическим данным выделяются следующие региональные разломы: Сарпинский (7), Челкаро-Волжский (8), Баскунчак-Каспийский (9), Эльтон-Каспийский (10), Аграхано-Хобдинский (11), Каратонский (12), Тобускенский (13), Унгарский (14), Новобогатинский (15).

Сарпинский разлом отделяет Астраханский свод (с запада) от Сарпинского прогиба.

Челкаро-Волжский разлом отчетливо дешифрируется на космических снимках и в пределах исследуемой территории отделяет Мынтябинское поднятие от Сарпинского прогиба.

Баскунчак-Каспийский и Эльтон-Каспийский диагональные разломы дешифрируются на космических снимках, трассируясь практически параллельно нижнему течению Волги. Они фиксируются КМПВ по поверхности фундамента.

Аграхано-Хобдинский разлом пересекает разнородные структурные элементы — альпийскую складчатую систему, элипалеозойскую Скифскую плиту, Прикаспийскую синеклизу — и, возможно, продолжается далее на северо-восток. Это один из крупнейших разломов, характеризующийся глубоким заложением и длительностью развития.

Каратонский субмеридиональный разлом установлен на сейсмическом профиле и отделяет наиболее приподнятый блок фундамента от остальной, относительно опущенной юго-восточной части синеклизы. Он разделяет литолого-фациальные зоны: так, к западу от него в верхнепалеозойском подсолевом комплексе развиты преимущественно карбонатные отложения, а к востоку — терригенно-карбонатные. Разлом четко выражен по поверхности подсолевых отложений и дешифрируется на космических снимках.

Тобускенский разлом является сбросом, ограничивающим на севере Южно-Эмбенскую зону, и протягивается к западу, в центральную часть Прикаспийской синеклизы. Он дешифрируется на космических снимках и установлен на сейсмических профилях.

Унгарский разлом является северным продолжением Каратонского субмеридионального разлома.

Новобогатинский разлом субмеридионального простирания осложняет строение Мынтябинско-Новобогатинской ступени, однако значительного влияния на структуру фундамента не оказывает.

Современные глубины залегания поверхности кристаллического фундамента на юге Прикаспийской синеклизы закономерно нарастают с юга на север — от 10—13 км в зоне сочленения синеклизы с молодой платформой до 15—16 км в центральной части синеклизы. На фоне этого общего погружения фундамента выделяется крупный, относительно приподнятый Северо-Каспийский блок, в пределах которого глубина залегания фундамента составляет, по сейсмическим данным, 9—12 км. Его зона на снимках характеризуется светлым фототонем. Северо-Каспийский мегаблок расчленяется Мын-

тубинско-Гурьевским региональным разломом на Астраханско-Приморскую и Мынтюбинско-Новобогатинскую тектонические ступени, размеры которых соответственно 580×100 и 360×70 км. Вертикальное смещение ступеней друг относительно друга по поверхности фундамента достигает 1 км. Системой разломов эти ступени расчленены на отдельные блоки, которые можно отождествить с зонами разной контрастности фототона на космических снимках. Южно-Прикаспийская зона окраинного прогибания может быть выделена как по литолого-фациальным особенностям вскрытых разрезов палеозоя, так и по глубинам современного залегания кровли докунгурских отложений. Она ограничена с юга Смушковским и Кумтубинским разломами, а на севере — Астраханско-Тугаракчанской системой разломов. Каракульским и Южно-Эмбенским разломами она расчленена на две подзоны. К югу от них развита полоса приразломных дислоцированных пород палеозоя Южно-Эмбенской и Каракульско-Смушковской зон дислокаций, где фундамент погружен на 10—13 км, а к северу на глубинах 11—12 км распространены полого залегающие платформенные подсолевые отложения. Нередко по ним проводят границу Прикаспийской впадины. К северо-востоку Южно-Прикаспийская зона окраинного прогибания переходит в крупный Южно-Эмбенский прогиб, фундамент в пределах которого закономерно погружается от 11 км на юго-востоке до 14,5 на северо-западе. На западе по глубинному Каратонскому разлому Южно-Эмбенский прогиб граничит с Северо-Каспийским приподнятым блоком, где фундамент залегает выше на 2—3 км.

К северо-западу от Северо-Каспийского мегаблока расположен Сарпинский прогиб, отделяемый Сарпинским, Мынтюбинско-Гурьевским и Челкарским разломами. В его пределах фундамент залегает на глубинах 14—16 км. На севере прогиб сопряжен с Центрально-Прикаспийской депрессией.

Тектоника кристаллического фундамента во многом определяет строение подсолевого комплекса, с которым связывают основные перспективы нефтегазоносности Прикаспийской синеклизы. Современные представления о структуре подсолевых отложений основываются преимущественно на результатах сейсмических исследований, поэтому имеет определенное практическое значение сопоставление его глубинной структуры с характером изображения территории из космоса (см. рис. 149). Поверхность докунгурских палеозойских отложений образована мозаикой локальных положительных и отрицательных структур различных форм и размеров. Наряду с крупными подсолевыми поднятиями, приуроченными к Астраханскому, Приморскому, Северо-Каспийскому, Северо-Мынтюбинскому, Новобогатинскому, Байчунасскому и другим выступам фундамента (см. рис. 149), выявляется большое число мелких куполообразных структур. В целом подсолевой комплекс считается перспективным, но по степени изученности и доступности современными средствами бурения наиболее удобной для поисково-разведочных работ следует считать территорию, где глубина залегания его поверхности менее 7 км (рис. 150).

Наиболее перспективными являются Астраханско-Приморская зона и Мынтюбинско-Новобогатинская зона поднятий, приуроченные к относительно приподнятому Северо-Каспийскому блоку. Высокоперспективными в его пределах считаются Астраханский свод, Приморский вал, Тенгизское, Каратюбинское, Октябрьское, Кошалакское, Северо-Мынтюбинское, Новобогатинское, Байчунасское поднятия, выявленные региональными и площадными геофизическими исследованиями. На некоторых из них газонефтеносность подсолевых пород уже доказана (Астраханский свод, Приморский вал). Большинству этих структур на космических снимках соответствуют фотоаномалии.

Менее перспективными для открытия крупных скоплений углеводородов следует считать территорию Сарпинского, Южно-Эмбенского и Южно-Прикаспийского прогибов, в пределах которых практически не выделяются крупные подсолевые структуры. На космических снимках эти территории однообразны по фототону. Однако и здесь представляют практический интерес такие структуры, как Южная, Сазтубе, Кульсаринская группа и другие, располагающиеся близ Северо-Каспийского блока.

В целях более детальных наблюдений связи геологической структуры и ее отображения на космических снимках проанализированы Южно-Эмбенский район и акватория Северного Каспия по многозональным снимкам, сделанным с орбитальной станции «Салют-4» космонавтами В. И. Севастьяновым и П. И. Климукон в 1975 г. (в двух спектральных диапазонах) и с космического корабля «Союз-22» космонавтами В. В. Аксеновым и В. Ф. Быковским в сентябре 1976 г. (в шести спектральных диапазонах). В красных лучах дешифрируются структуры дна неглубоких прибрежных районов. Сравнение снимков разных спектральных зон позволяет разделить районы по содержа-

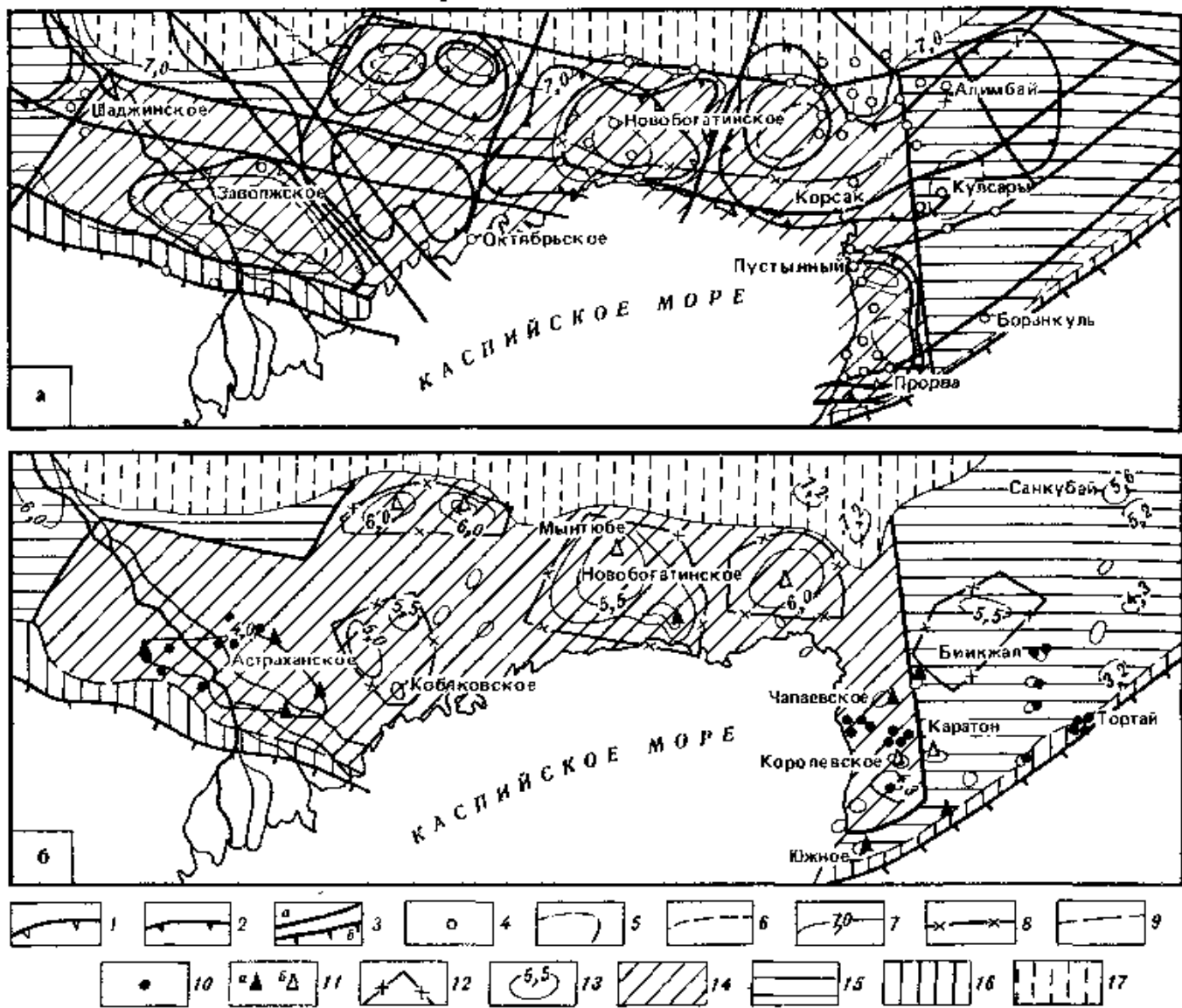


Рис. 150. Перспективы нефтегазоносности подсолевых отложений юга Прикаспийской синеклизы

а — схема перспектив нефтегазоносности; *б* — схема основных направлений поисково-разведочных работ на нефть и газ.

1, 2 — область предполагаемого развития карбонатных отложений: 1 — нижнего (визе) — среднего карбона, 2 — верхнего девона — нижнего карбона (турне); 3 — глубинные разломы: *а* — основные, *б* — краевой шов, современная граница Прикаспийской синеклизы, 4 — скопления углеводородов в надсолевом комплексе; 5 — положительные температурные аномалии на глубине 5000 м, практически совпадающие с фотоаномалиями на космических снимках, 6 — контуры крупных подсолевых поднятий, 7 — изогилсы поверхности подсолевого ложа (в км); 8 — области распространения пластовых давлений, близких к литостатическим, 9 — южная граница распространения галогенно-сульфатных отложений кунгура; 10 — глубокие скважины, вскрывшие подсолевые отложения, 11 — проектные скважины для ввода в бурение в настоящее время (*а*) и после детальных сейсмических исследований (*б*); 12 — зоны, рекомендуемые для детальных сейсморазведочных работ, 13 — подсолевые структуры, 14—16 — перспективные территории 14 — I категории, 15 — II категории, 16 — III категории, 17 — территория глубокого погружения подсолевого ложа (малозученная)

нию влаги в грунте. При сопоставлении данных дешифрирования с геофизическими материалами оказалось, что в ряде случаев результаты совпали; например, отождествились локальные структуры Жилая Коса, Доссор и др. Структура Жилая Коса на снимках выделяется белым пятном. Здесь началось засоление, хотя соляной шток еще не обнажился. Характерно, что фотоаномалии, контролируемые локальные структуры, расположены в местах сгущения сетки линеаментов. Системы линеаментов, выявленные на суше, прослеживаются в пределы акватории.

При дешифрировании выяснилось, что полосе нефтегазоносных структур на восточном побережье Каспия отвечает полоса темных фотоаномалий; здесь находятся структуры Корсак, Косчагыл, Кульсары, Тюлюс, Каратон, Караган, Тажигали, Тюлегень и др.

ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Западная часть Восточно-Европейской платформы образована разнообразными тектоническими элементами, среди которых крупнейшими являются Украинский щит, Белорусская и Воронежская антеклизы, Балтийская и Московская (частично) синеклизы, Припятский прогиб, Подляско-Брестская впадина, Балтийско-Приднестровская система перикратонных прогибов, Львовско-Люблинский палеозойский прогиб и др. [Неволин,

1971; Айзберг, Гарецкий, 1974; Берзинь и др., 1974; Тектоническая..., 1977; Голидра, 1978; Тектоника..., 1979; Матвеев и др., 1980; и др.]. Здесь же анализируются только вопросы нефтегазоносности провинций.

Строение и геологическое развитие рассматриваемого региона предопределили размещение здесь месторождений нефти и газа. Наиболее перспективными оказались территории Припятского прогиба и Балтийской синеклизы. Несколько меньший интерес в этом отношении представляет Воляно-Подольская окраина платформы.

Месторождения нефти Балтийской синеклизы невелики по запасам, приурочены к среднекембрийским отложениям. Нефтеперспективными считаются породы ордовика и силура, в меньшей степени — девона и перми. Залежи связаны с локальными антиклинальными структурами, приуроченными к зонам разломов.

На территории Днестровского и Львовско-Люблянского прогибов нефтепроявления выявлены в рифейско-палеозойской толще. Наиболее перспективны на этой территории кембрийские и силурийские отложения. Здесь выделяются три основные зоны возможного нефтегазонакопления: восточная (от Владимир-Волянского разлома до линии Луцк — Тернополь—Черновцы), включающая полосу силурийских рифов, центральная (протягивается вдоль Устилуг-Рогатинского разлома) и западная (Львовско-Люблянский прогиб от Белз-Балучинский дислокации до Рава-Русского надвига). Залежи углеводородов в пределах этих зон ассоциируются с антиклинальными локальными структурами, тектонически экранированными ловушками, биогермными постройками и др.

Применение космических снимков [Геологическое..., 1978; Космогеологическая..., 1980] при оценке нефтегазоносности запада Восточно-Европейской платформы способствовало уточнению нефтегеологического районирования, детализации строения известных и выделению новых зон нефтегазонакопления, анализу тектонических факторов формирования и размещения месторождений, прогнозированию новых локальных структур.

В пределах Припятского прогиба космические снимки регионального уровня генерализации позволили уточнить трассировку разломных структур и их взаимосвязь, оконтурить крупные блоки подсольевых отложений, а также выделить зоны трещиноватости, с которыми связано улучшение коллекторских свойств продуктивных горизонтов. Анализ характера новейших движений показал, что многие локальные структуры, к которым приурочены нефтяные месторождения и нефтепроявления, испытали на неотектоническом этапе заметные поднятия. Это позволило привлечь космо- и аэрофотоматериалы для выявления перспективных локальных структур. На основании дешифрирования космических снимков и анализа геолого-геофизических данных была выявлена сеть линеаментов, установлено размещение локальных поднятий и проведено неотектоническое районирование территории прогиба.

Сопоставление особенностей локализации известных нефтеносных площадей (Речицкая, Осташковичская, Тишковская, Вишанская, Золотухинская и др.) с обнаруженными в результате дешифрирования локальными поднятиями позволило выделить именно те структуры, которые могут представлять наибольший интерес для постановки нефтепоисковых работ. В этом отношении прежде всего заслуживают внимания северные прибортовые участки, ориентированные на северо-восток локальные поднятия в центре впадины, а также участки южного борта: между Северо-Мостовичской и Восточно-Паричской, Туровской и Лучиничской, Сколодинской и Михалкинской, Горкинской и Заозерной, Посевлевской и Медвидницкой структурами.

Основной предпосылкой применения космических снимков при изучении Балтийской синеклизы [Берзинь и др., 1977] является возможность выявления тех разломных структур и блоков кристаллического фундамента, которые определили заложение и развитие конседиментационных валлообразных и локальных поднятий, перспективных на нефть и газ. Дешифрирование космических снимков позволило существенно уточнить и детализировать трассировку разломов ограничиваемых ими блоков. Разрывы, устанавливаемые на отдельных ограниченных участках по данным геофизики и бурения, объединены в протяженные разломы, которые определяют строение Балтийской синеклизы и разделяют ее на тектонические зоны, различающиеся по перспективам нефтегазоносности. Здесь выделяются три зоны: Славская на севере, Янтарино-Кибартайская в центре, с которой связано наибольшее число известных здесь месторождений, и Правдинская на юге. По ландшафтным особенностям эти зоны, особенно вторую, удалось разделить на чередующиеся подзоны, к которым приурочены месторождения. На структурных картах, построенных без учета результатов дешифрирования, указанная зональность вуализуется региональным наклоном пород платформенного чехла

к центру Балтийской синеклизы. Кроме того, результаты дешифрирования подтвердили приуроченность большинства нефтяных месторождений к структурам, расположенным в районе пересечения меридиональной и широтной систем разломов. Примерами таких месторождений являются Северо-Красноборское, Западно-Красноборское и Ладущкинское. По этому признаку намечены участки, которые аналогичны по строению и могут стать объектами нефтепоисковых работ.

ДНЕПРОВСКО-ПРИПЯТСКАЯ ГАЗОНЕФТЕНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Днепровско-Припятская газонефтеносная провинция приурочена к крупнейшему в пределах Русской плиты авлакогену, ограниченному по системе разломов на северо-востоке Белорусско-Мазурской и Воронежской антеклизами, а на юго-западе Украинской. Юго-восточной границей провинции служат складчатые сооружения Донбасса, северо-западной — склоны Полесской седловины и Микашевичского выступа. Она состоит из Припятской нефтеносной и Днепровско-Донецкой газонефтеносной областей.

Припятская нефтеносная область приурочена к впадине с глубоко погруженным фундаментом и развитой соляной тектоникой. Архейско-протерозойский фундамент залегает на глубинах от 1—2,5 км в пределах поднятий до 5,5—6 км в погруженных частях. Впадина заложена в конце среднего девона и с воронежского времени развивается как грабен. Позднее в прогибание были вовлечены прилегающие части антеклиз и над грабеном сформировалась пологая отрицательная структура. По подсоловому ложу выделяются блоковые и пликативные, по кровле верхнесоленосной толщи — только пликативные формы. Для большинства локальных поднятий отмечено несоответствие структурных планов по подсоловым, межсоловым, и надсоловым, в том числе мезозойским, отложениям.

Днепровско-Донецкая впадина является одной из сложно построенных газонефтеносных областей. Архейско-протерозойский кристаллический фундамент в ее пределах погружается в юго-восточном направлении от 1—1,5 км до 10—12 км. Соляная тектоника способствовала образованию различных видов погребенных структур, являющихся ловушками для углеводородов, и обусловила значительную расчлененность физических полей, связанную с особенностями глубинного строения. Центральный грабен впадины и окаймляющие его зоны краевых нарушений отделены от бортовых частей региональными разломами. По нижним структурным ярусам развиты преимущественно блоковые, по средним — блоковые и пликативные, по верхним — преимущественно пликативные структуры. Для ряда локальных поднятий характерно несоответствие их структурных планов по различным отложениям.

Основными продуктивными комплексами Припятской области являются подсоловой и межсоловой девонские, Днепровско-Донецкой — нижнекаменноугольный и верхнекаменноугольно-нижнепермский.

Припятской впадине соответствует обширная и пониженная по сравнению с окружающими районами территория, совпадающая с Полесской низменностью и с северной частью Приднепровской низменности и представляющая собой сглаженную и заболоченную равнину озерно-аллювиального и водно-ледникового происхождения. Поверхность равнины нарушается эрозионными останцами моренных и водноледниковых образований, а также различными формами эолового рельефа.

Днепровско-Донецкой впадине соответствует Приднепровская низменность, которая на северо-западе переходит в Полесье, а к юго-востоку — в возвышенность Донецкого кряжа. В Приднепровской низменности выделяются террасы Днепра и его левых притоков, лёссовые возвышенные равнины, на отдельных участках — ледниковые и водноледниковые равнины.

Днепровско-Припятская газонефтеносная провинция достаточно детально и со всех сторон изучена геологически, но в последние годы здесь наметилась тенденция к снижению эффективности поисково-разведочных работ. Одной из причин этого следует, по-видимому, считать сокращение фонда подготовленных структур и ограниченный их выбор для постановки поискового бурения. В условиях подобного «структурного голода» становится актуальной проблема расширения комплекса методов изучения нефтегазосодержащих территорий, в том числе совместное использование аэрокосмических и традиционных геолого-геофизических данных.

Изучение Днепровско-Припятской газонефтеносной провинции дистанционными методами начато в 50-х годах в процессе государственной среднемасштабной геологической съемки, а непосредственно для нефтегазопроисковых целей — с 1966 г. [Гридин,

1966; Абрикосов и др., 1974; Голизра, 1978]. В зависимости от решаемых задач выполнялись обзорно-региональные, региональные и детальные исследования. Объектом обзорно-региональных работ являлась нефтеносная или газонефтеносная область в целом, региональных — зона нефтегазоаккумуляции, детальных — локальный нефтегазопоисковый объект или же его часть. Соответственно менялись и масштабы проводимых работ: для обзорно-региональных — это сверхмелкий и мелкий, для региональных — средний, для детальных — крупный.

Обзорно-региональные исследования базировались на дешифрировании фотоснимков, полученных с орбитальной станции «Салют-4», с космического корабля «Союз-22», со спутников серии «Метеор», более крупномасштабных снимков в видимом, ближнем инфракрасном и радиоволновом диапазонах, а также на всесторонней обработке многозональных снимков и материалов специализированной аэрофотосъемки. Сопоставление, совместный анализ и последующая комплексная переинтерпретация геолого-геофизических и аэрокосмических данных позволили получить новые сведения о неотектонике и глубинном строении провинции [Гридин, Еременко, 1979]. Уточнено (рис. 151) строение Северного и Южного глубинных разломов, а также региональных продольных и поперечных разрывных нарушений. В отличие от результатов геолого-геофизических работ на космических материалах глубинные разломы отобразились зонами разрывных нарушений, ширина которых колеблется от 4—8 до 15—20 км (см. рис. 151). В пределах этих зон выявляются фотоаномалии, сопоставляемые с гемиянтиклинальными складками, ограниченными серией разрывов. Последние обуславливают ступенчатое погружение продуктивных горизонтов в сторону центральных частей авлакогена. Нефтепоисковые работы, проведенные на Озерщинской, Прокопьевской и ряде других площадей, показали, что гемиянтиклинальные складки могут контролировать промышленные залежи углеводородов.

Продольные зоны нарушений северо-западного простирания, контролируемые крупными зонами поднятий по глубоко погруженным горизонтам, уверенно выделяются аэрокосмическими исследованиями и на изученных участках достаточно хорошо сопоставляются с результатами сейсморазведочных и буровых работ. Однако в их рисовке и размерах отмечены отличия. По данным аэрокосмических работ, каждая из продольных зон представлена несколькими субпараллельными взаимосвязанными линейными компонентами ландшафта, прослеживающимися на значительные расстояния. Одна из особенностей этих зон — прерывистый характер их простирания, обусловленный поперечными линеаментами, которые расчленяют продольные зоны на отдельные, обычно смещенные друг по отношению к другу участки. По результатам сейсморазведочных и буровых работ продольные региональные нарушения показываются обычно одной полого-извилистой линией, реже — полосой определенной, иногда значительной ширины. Поперечные разломы выделяются сравнительно редко в виде разрозненных локальных сбросов небольших амплитуд, не образующих закономерно упорядоченных систем и не оказывающих влияния на структурный облик изученных территорий. Напротив, по аэрокосмическим данным, зоны линеаментов, сопоставляемые с поперечными разрывными нарушениями, распространены повсеместно и образуют системы линейных нарушений, существенно влияющих на структуру региона. Они простираются на значительные расстояния, характеризуются шириной от нескольких сотен метров до 8—10 км, включают от двух-трех до пяти — семи разрывных нарушений.

В геофизических полях им соответствуют зоны значительных градиентов и линейное распределение аномалий. Структурное дешифрирование позволило установить трансрегиональный характер ряда поперечных зон разрывных нарушений. Некоторые из них расчленяют (см. рис. 151) все основные структурные элементы территории: северные склоны Украинской антеклизы, собственно Припятско-Днепровско-Донецкий авлакоген, юго-западные склоны Воронежской и южные склоны Мазурско-Белорусской антеклиз.

Сведения о размещении разрывных нарушений в пределах Припятско-Днепровско-Донецкого авлакогена, полученные в результате обобщения геолого-геофизической и дистанционной информации, убеждают в существовании определенной размерности блоков, разделяемых разрывными нарушениями различных рангов. Продольные разрывные нарушения и их зоны характеризуются и различной частотой: трансрегиональные глубинные разломы, разделяющие крупные структурные элементы, отстоят друг от друга на 180—200 км, зоны региональных разрывных нарушений — на 25—40 км, продольные разрывные нарушения в пределах моноклинальных склонов зон поднятий — на 5—7 км. Для зон поперечных разломов также устанавливается определенная периодичность в распределении: трансрегиональные зоны отстоят друг от друга на 120—150 км.

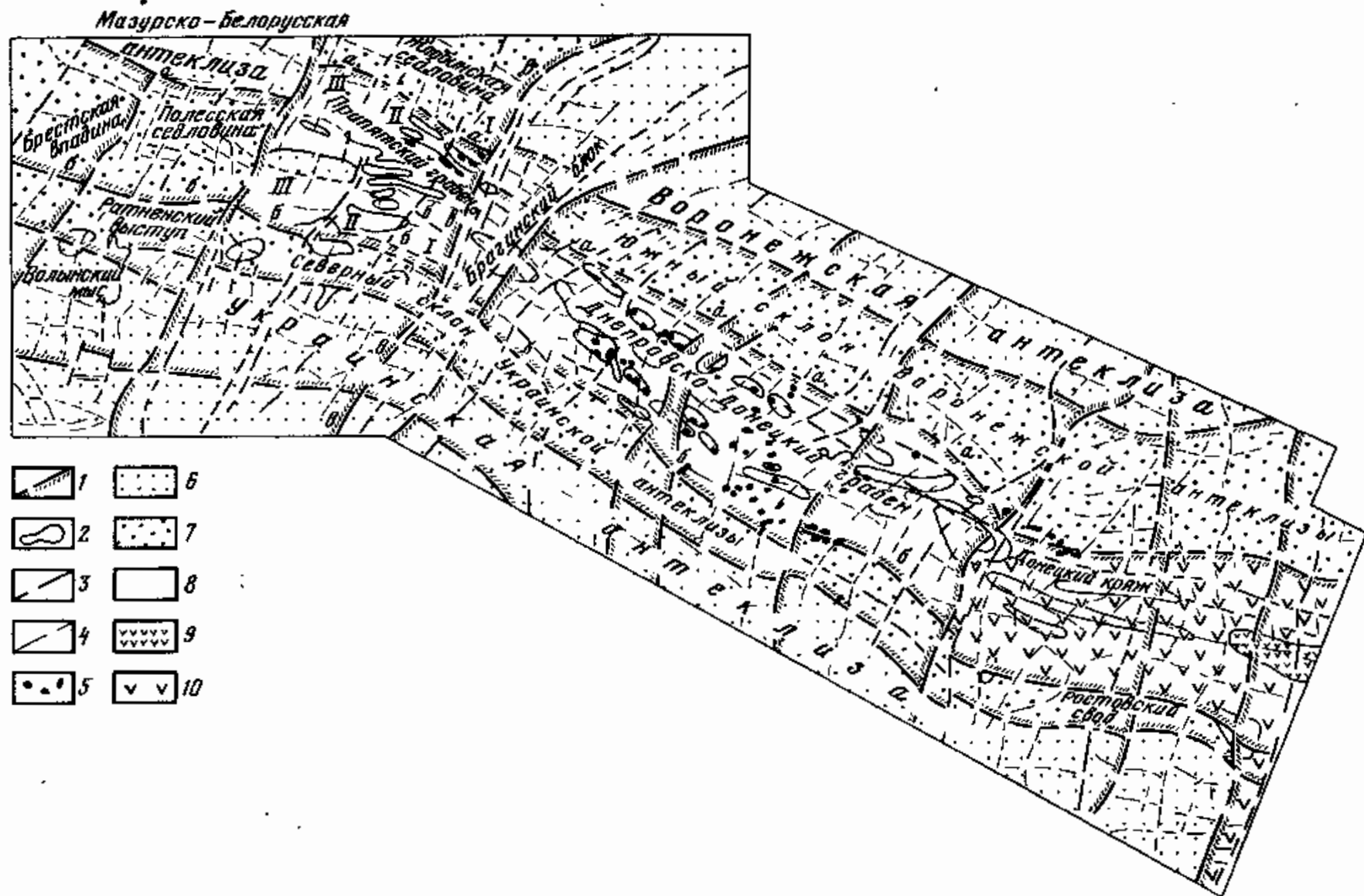


Рис. 154. Схема тектонического строения Припятско-Днепровско-Донецкого авлакогена [Гридин, Еременко, 1979]. Составлена на основе дешифрирования космических снимков с использованием карты тектонического районирования юга СССР масштаба 1 : 2 500 000 (1974 г.)

1, 2 — контуры тектонических структур: 1 — крупных, 2 — средних и мелких; 3, 4 — структурные линии, выраженные в строении ландшафта и предположительно сопоставляемые: 3 — с зонами разрывных нарушений (а — Северного, б — Южного глубинных разломов, в — Гомельско-Комаринской), 4 — с разрывными нарушениями; 5 — основные нефтяные и газовые месторождения, 6—11 — степень погруженности фундамента или складчатого основания в ядрах структурных элементов (в км): добайкальского возраста: 6 — выше 0, 7 — 0—3, 8 — 3—10, герцинского возраста: 9 — выше 0, 10 — 0—3; неотектонические блоки Припятской впадины: I — Речицко-Хойникский, II — Октябрьско-Мазырский, III — Старобинско-Туровский

региональные — на 20—30 км, локальные — на 4—6 км. Исключением являются зоны поперечных разломов в пределах Брагинского блока и сопредельных территорий, что, по-видимому, объясняется местоположением Брагинского блока как опорного при продвижении Украинской антеклизы на Припятско-Днепровско-Донецкий авлакоген (см. рис. 151).

На неотектоническом этапе эти блоки характеризовались движениями, различающимися по амплитуде и направлению. Суммарные вертикальные амплитуды неотектонических движений достигают 110—130 м в Припятской впадине и 200—300 м в Днепровско-Донецкой. При эффективной мощности продуктивных горизонтов в первые десятки метров эти движения несомненно оказали влияние на переформирование залежей углеводородов, что позволяет считать степень неотектонической активности структурных форм одним из критериев при оценке перспектив их нефтегазовосности.

В неотектоническом структурном плане Припятской впадины (см. рис. 151) отчетливо выделяются (с юго-востока на северо-запад) Брагинский, Речицко-Хойникский, Октябрьско-Мозырский и Старобинско-Туровский блоки.

Брагинский блок отличается максимальными амплитудами неотектонических поднятий и наивысшими отметками геоморфологических уровней; в его пределах широко распространены водно-ледниковые, древнеаллювиальные и эоловые образования, а болотные и озерно-болотные отложения развиты незначительно. От Речицко-Хойникского блока он отделен Гомельско-Комаринской зоной линейных элементов, сопоставляемой с одноименной флексури-разрывной зоной, которая при дешифрировании космических снимков прослежена с юго-запада на северо-восток на 140 км в виде широкой полосы, выделяющейся полосчатым рисунком фотоизображения и ограниченной линейно ориентированными компонентами ландшафта. Ширина ее изменяется от 8—12 км на юго-западе до 20—25 км на севере. На всем протяжении зона осложнена северо-западными линейными элементами, по которым происходят перерывы и расширения, в результате чего она приобретает ступенчато-четковидное строение.

Речицко-Хойникский блок имеет меньшие амплитуды неотектонических поднятий и менее пестрый рисунок фотоизображения. В его пределах развита II надпойменная терраса рек Днепра и Припяти с отдельными фрагментами водно-ледниковой и озерно-аллювиальной равнин. Значительно распространены эоловые и озерно-болотные отложения.

Октябрьско-Мозырский блок характеризуется еще более пониженными отметками геоморфологических уровней, большим развитием озерно-болотных и сокращением площади эоловых образований.

В пределах устойчиво опускавшегося Старобинско-Туровского блока развиты обширные заторфованные и заторфовывающиеся понижения среди озерно-аллювиальных равнин; характерен однородный рисунок фотоизображения.

Сопоставление неотектонической активности перечисленных блоков свидетельствует об их ступенчатом погружении на неотектоническом этапе с юго-востока на северо-запад — от Брагинского блока к Старобинско-Туровскому. Это видно по результатам дешифрирования космических снимков и подтверждается материалами грави-, магнито-, сейсморазведочных и буровых работ.

Большинство известных месторождений и проявлений нефти и газа сконцентрировано в пределах Речицко-Хойникского, единичные — в пределах Октябрьско-Мозырского и Старобинско-Туровского блоков. Брагинский блок сейсморазведкой и глубоким бурением изучен пока недостаточно. Сопоставление поперечной неотектонической зональности Припятской впадины с распределением известных месторождений и проявлений нефти свидетельствует о том, что ее блоковое строение, проявившееся особенно отчетливо на неотектоническом этапе, может играть определенную роль в распределении и перераспределении залежей нефти. Эти закономерности пока только намечены и требуют подтверждения другими методами исследований.

Особенности строения и развития Припятской впадины прослежены путем дешифрирования космических снимков и на сопредельных территориях, в том числе на северном склоне Украинской, на южных склонах Мазурско-Белорусской и Воронежской антеклиз, в пределах Днепровско-Донецкой впадины (см. рис. 151). Последняя имеет крупно-блоковое строение и состоит из ступенчато погружающихся на юго-восток блоков.

Региональные аэрокосмические исследования в пределах Припятской впадины и северо-запада Днепровско-Донецкой проведены на площади свыше 40 тыс. км². Основным фактическим материалом послужили средне- и мелкомасштабные, а на участках опытных работ — крупномасштабные снимки, полученные в результате съемок в видимой,

ближней инфракрасной и радиоволновой частях спектра. Широкое применение получили спектрзональные и мнгозональные фотоснимки, а также преобразования первичного фотоизображения с использованием методов фотографической и оптико-электронной фильтрации, цветокодирования и синтезирования. Дешифрирование выполнялось на основе анализа и персинтерпретации фактического материала предшествующих геологосъемочных, поисковых, геофизических и буровых работ.

Зоны линеаментов, выделенные при обзорно-региональных работах, в процессе региональных исследований уточнены по простиранию, ширине и взаимному расположению. Зоны поперечных линеаментов выражены в ландшафте лучше, чем зоны продольных, и расчленяют последние на отдельные части, иногда с горизонтальными смещениями, амплитуды которых колеблются от 0,2—0,5 до 4—7 км, что, по-видимому, обусловлено сбросо-сдвиговым характером поперечных разрывных разрушений. Продольные линеаменты, сопоставляемые с региональными разломами, контролируют цепочки фотоаномалий, которые совпадают с зонами поднятий, известных по результатам предшествующих геофизических и буровых работ: Первомайско-Александровской, Речицко-Вишанской, Калиновско-Малодушинской, Гороховско-Хобнинской и другими в Припятской впадине, а также Журавковско-Гнединцевской, Леляковско-Озерянской, Антоновско-Каплинцевской, Малосорочинско-Матящевской и другими в Днепровско-Донецкой впадине. Региональные аэрокосмические исследования детализировали, а в ряде случаев уточнили местоположение и строение фотоаномалий, сопоставляемых с указанными зонами.

Речицко-Вишанская зона поднятий отобразилась цепочкой фотоаномалий, соответствующих Речицкой, Тишковской, Осташковичской, Сосновской, Давыдовской локальным структурам. Эти аномалии контролируются продольной зоной линеаментов, сопоставляемой с Речицким региональным разломом. Друг от друга они отделены поперечными линеаментами, образующими закономерную систему. Сопоставляемые с ними поперечные разломы были выявлены предшествующими геолого-геофизическими исследованиями лишь на отдельных участках. Последующие геологоразведочные работы подтвердили их наличие в пределах Тишковской, Сосновской и ряда других площадей.

Региональными работами выявлены ранее неизвестные продольные цепочки фотоаномалий, интерпретируемые как возможные зоны нефтегазонакопления. В восточной части Припятской впадины на склонах поднятий и в депрессиях намечено 14 зон фотоаномалий (Южно-Первомайская, Иваново-Заходская, Красноземско-Демеховская, Кротовская, Дубровицко-Рашевская, Юровичско-Хойникская, Ломышско-Кожушковская и др.), в южной части Жлобинской седловины — пять, на территории Брагинского блока — шесть. Северный склон Украинской антеклизы осложнен Выступовичской, а южный склон Мазурско-Белорусской антеклизы — Дворищанской зонами фотоаномалий. Всего в восточной части Припятской впадины выявлено 39 зон фотоаномалий; из них восемь совпадают с зонами поднятий, известными по результатам предшествующих геолого-геофизических работ, а 31 намечена впервые.

В Днепровско-Донецкой впадине к северо-востоку и юго-западу от известных продольных региональных нарушений аэрокосмическими исследованиями намечены протяженные зоны линеаментов северо-западного простирания. По данным геолого-геофизических работ, им только на отдельных участках соответствуют малоамплитудные разрывные нарушения. Эти зоны контролируют цепочки фотоаномалий, сопоставляемые с предполагаемыми зонами поднятий — Варвинско-Хортицкой, Горобиевско-Мармызовской, Поповско-Семиреньковской, Солнцевско-Кавердинской, Мелюшкинско-Левенцовской, Якимовско-Кузьменской, Хорольско-Харченковской и др. Фотоаномалии, входящие в указанные зоны, ограничены и осложнены продольными и поперечными разломами. Всего намечено 29 таких зон, из них 11 соответствуют ранее выявленным зонам поднятий по продуктивным горизонтам, а 18 намечены впервые.

В пределах Речицко-Вишанской и Калиновско-Малодушинской зон суммарная амплитуда движений за неоген-четвертичный этап, судя по результатам геологосъемочных работ, может быть оценена в 60—90 м. Учитывая значительные перерывы в осадконакоплении в неогене и антропогене, можно предположить, что амплитуда относительных поднятий Речицко-Вишанской зоны над Малодушинской зоной опусканий могла достигать 100 м и более. Эта амплитуда сопоставима или превышает высоту этажа нефтегазонасности на месторождениях нефти. Указанные перемещения и изменения гидродинамического режима, по-видимому, сыграли определенную роль в переформировании залежей нефти.

Речицкая, Осташковичская и Давыдовская фотоаномалии характеризуются максимальной, а Тишковская и Сосновская — средней степенью выраженности в ландшафте. По простиранию осевая линия Речицко-Вишанской зоны неотектонических поднятий ундулирует: структуры максимальных неотектонических поднятий сменяются поднятиями средней интенсивности. По результатам буровых работ, подошва неоген-четвертичных отложений на сводах Осташковичской, Речицкой, Давыдовской структур залегает на отметках +120, +130 м, Тишковской и Сосновской — на отметках +90, +110 м.

Аналогичное строение имеет Калиновско-Малодушинская зона поднятий, которая включает Вышемировскую, Барсуковскую, Малодушинскую и Золотухинскую структуры значительных поднятий, разделяемые структурными формами средней и минимальной интенсивности неотектонических движений.

Более сложные пространственные взаимоотношения неотектонических структур различной активности наблюдаются в Днепровско-Донецкой впадине. Как и в припятской части авлакогена, продольные оси зон поднятий здесь ундулируют; амплитуда ундуляции возрастает до 60—100 м. Несколько осложняется облик неотектонических структур: между структурами с максимальной и минимальной амплитудами неотектонических поднятий расположены структурные формы (блоки и периклинали, отсеченные разломами) средней интенсивности движений. Это обуславливает их ступенчато-блоковый характер.

И в Припятской, и в Днепровско-Донецкой впадинах локальные неотектонические поднятия группируются в поперечные зоны, которые как бы наложены на описанные выше продольные зоны поднятий. Примерами могут служить Золотухинско-Осташковичская (рис. 152), Малодушинско-Речицкая, Журавковско-Леляковская, Антоновско-Гнединцевская зоны. При пересечении продольной и поперечной зон поднятий возникают локальные структуры с максимальными амплитудами воздымания (Осташковичская, Золотухинская, Малодушинская, Речицкая, Журавковская, Леляковская, Гнединцевская и др.) В местах пересечений поперечной зоны поднятий с продольной зоной опусканий образуются седловины (например, между Осташковичской и Золотухинской структурами). Сопоставление поперечных зон поднятий с имеющимися данными о нефтеносности свидетельствует о том, что месторождения располагаются или в пределах поперечных зон поднятий, или же на их склонах.

Поперечные зоны неотектонических поднятий разделяются линеаментами, сопоставляемыми с разрывными нарушениями и образующими закономерно построенную систему структурных линий. Поперечные разрывные нарушения могут представлять интерес и в качестве самостоятельных нефтегазопромысловых объектов. Они разделяют локальные поднятия на отдельные блоки. Например, Малосорочинское, Радченковское, Сагайдакское поднятия расчленены каждое на четыре блока. Осложнения на пологих крыльях зон поднятий также имеют блоковое строение (Поповское, Солнцевское, Северо-Сагайдакское, Гавриловское поднятия и др.). Отсекая периклинальные части нефтегазодонных структур, поперечные разломы могут служить тектоническим экраном залежей (например, на Озерянской площади).

В результате региональных аэрокосмических исследований намечилось еще одно направление — поиски структурных осложнений на крыльях зон поднятий и в депрессиях между ними. По данным предшествующих геофизических работ, крылья представляют собой пологие моноклинали шириной до 12—20 км. На них и в депрессиях аэрокосмическими работами выявлены протяженные зоны фотоаномалий, сопоставляемые с неизвестными ранее зонами поднятий. Так, на пологих склонах зон поднятий к северу от Осташковичского, Речицкого и Золотухинского месторождений в Припятской нефтеносной области, к северо-востоку от Гнединцевского, Леляковского, Озерянского, Сагайдакского и других месторождений в Днепровско-Донецкой газонефтеносной области были выделены фотоаномалии, сопоставляемые с продольными разрывными нарушениями и контролируемыми ими гемиянтиклинальными складками. На рис. 152 представлена гипотетическая структурная схема Золотухинско-Осташковичской площади по результатам аэрокосмических исследований; в пределах пологих склонов Золотухинского и Осташковичского поднятий выявлено по две-три зоны фотоаномалий, интерпретируемые как структурные осложнения. Открытие Дубровского месторождения нефти, а также приток нефти, полученный на крыле Золотухинского поднятия из скв. 25 (см. рис. 152), подтверждают предположение о наличии структурных осложнений крыльев поднятий. По мнению И. Е. Котельникова, Г. А. Некрасова и других исследователей, это позволяет связывать перспективы нефтеносности с глубоко погруженными склонами зон поднятий, где могут быть выявлены залежи нефти, приуроченные к малоамплитуд-

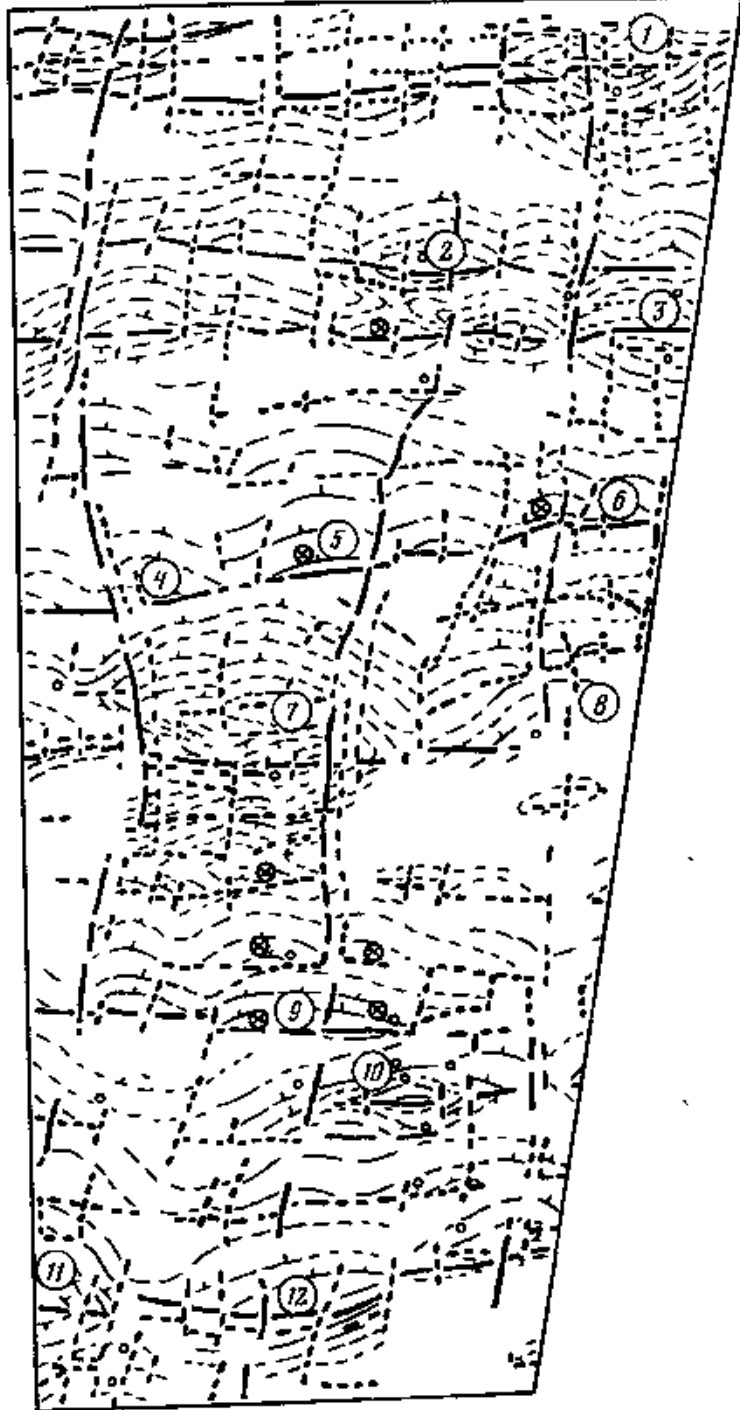


Рис. 152. Результаты дешифрирования Золотухинско-Осташковичской площади Припятской нефтеносной области

1, 2 — структурные линии, выраженные в строении ландшафта и предположительно отображающие складчатые дислокации (берг-штрихи — по падению пород) 1 — достоверные, 2 — предполагаемые, 3, 4 — структурные линии, выраженные в строении ландшафта и предположительно отображающие дизъюнктивные дислокации. 3 — достоверные, 4 — предполагаемые, 5 — скважины глубокого бурения, 6 — скважины, рекомендованные к бурению, 7 — номер фотоаномалии или ее блока 1 — Горвальская, 2 — Первомайская, 3 — Восточно-Первомайская, 4 — Осовская, 5 — Заходская, 6 — Будка-Шибенская (Дубровская), 7 — Осташковичская, 8 — Тишковская, 9 — Северо-Золотухинская, 10 — Золотухинская, 11 — Рудненская, 12 — Боровиковская

ным ловушкам сводового, литолого-стратиграфического и тектонически экранированного типов.

Опыт аэрокосмических исследований на региональном уровне генерализации свидетельствует о целесообразности использования материалов дистанционных работ для оперативного обновления среднemasштабных структурных и структурно-геологических схем и карт, так как даже в районах достаточно высокой степени геологической изученности эти методы вносят существенные коррективы в имеющиеся представления о строении изучаемой территории.

Детальные аэрокосмические исследования выполнялись для уточнения строения известных и выявления новых локальных объектов поиска месторождений нефти и газа. Анализируются их результаты на площади 24 тыс. км². Детальное геологическое, геоморфологическое и структурное дешифрирование специализированных фотоснимков среднего и крупного масштабов выполнялось в комплексе с обработкой и частичной переинтерпретацией всего имеющегося геолого-геофизического фактического материала.

Район исследований 1968—1970 гг. площадью свыше 1,5 тыс. км² располагается в наиболее изученной восточной части Припятской впадины, где неоднократно проводились электро-, грави- и сейсморазведочные работы и пробурено свыше 120 скважин глубиной до 3 км, в основном на Речицком месторождении. В итоге аэрокосмических исследований были получены новые данные о глубинном строении района. Речицкий региональный разлом в ландшафте прослеживается в виде зоны, состоящей из трех — пяти продольных линсаментов и имеющей ширину 1—2,5 км. Зона была выявлена со смещением на 0,5—2 км к юго-западу по отношению к тектоническому нарушению, установленному геофизическими работами. Бурением скв. 67, 89, 70 подтверждено указанное «смещение», что позволило увеличить контур нефтеносности месторождения и дополнительно прирастить его запасы [Абрикосов и др., 1974].

По результатам аэрогеологических исследований 1968—1970 гг., зона Малодушинского регионального нарушения располагается в 3,5—4 км южнее разлома, выделенного по данным сейсморазведки. Буровыми работами 1973—1974 гг. это смещение также подтверждено. В его пределах в последующем было выявлено Малодушинское месторождение нефти. Аналогичные смещения положения разломов и их зон отмечены для Осташковичской, Золотухинской, Вышемировской, Барсуковской и других структур. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что в сложных геологических условиях, особенно в зонах региональных разрывных нарушений, аэрокосмические исследования позволяют не только наметить продольные разломы, но и помочь в определении их положения с точностью, удовлетворяющей требованиям нефтепоисковых работ.

Зоны фотоаномалий, выявленные региональными космическими исследованиями, подтверждены также детальными аэрокосмическими работами и сопоставляются со структурными осложнениями моноклинальных склонов. Детализированы и уточнены контуры отдельных фотоаномалий, сопоставляемых со складчатыми дислокациями, их блоками, а также с продольными и поперечными разрывными нарушениями. Последующими сейсморазведочными и буровыми работами осложнения на моноклинальных склонах подтверждены к северо-востоку от Осташковичской (Дубровское месторождение нефти), Золотухинской (скв. 25), Речицкой (Демеховская площадь), Малодушинской (Северо-Малодушинская площадь) и других структур. Выявление осложнений на моноклинальных склонах зон поднятий считается одним из перспективных направлений нефтепоисковых работ в Припятской впадине.

Обобщение результатов поискового и разведочного бурения, а также данных эксплуатации Речицкого и Осташковичского месторождений, выполненное С. С. Златопольским и В. В. Ржанниковым, показало приуроченность участков улучшения коллекторских свойств всех продуктивных горизонтов к одним и тем же зонам, в плане соответствующим линеаментам северо-восточного простирания. Эти зоны на неотектоническом этапе характеризовались активными движениями переменного знака, что способствовало образованию зон трещиноватости в продуктивных отложениях и в то же время предопределило возникновение и существование линеаментов в современном ландшафте. Напротив, продольные региональные разломы, по которым установлены значительные (до 1,5—2 км) вертикальные смещения продуктивных горизонтов, на неотектоническом этапе были малоактивными. Последнее, вероятно, и стало причиной отсутствия в их пределах пород с повышенными коллекторскими свойствами, а также их слабой выраженности в ландшафте. Намеченные закономерные связи между формированием зон повышенных коллекторских свойств продуктивных отложений, их неотектонической активностью и выраженностью в ландшафте раскрывают широкие перспективы использования аэрокосмических методов не только при региональных геолого-геофизических исследованиях, но и при детальном поиске, разведке и эксплуатации месторождений нефти и газа, что было показано для Волго-Уральской области [Флоренский и др., 1973] и и-ова Бузачи [Флоренский, Руднев, Крючков, 1976].

За период 1968—1978 гг. в восточной части Припятской впадины детальными аэрокосмическими исследованиями выявлено 280 локальных фотоаномалий. Из них 86 соответствуют поисковым объектам, ранее известным по данным сейсморазведки и бурения, и 194 намечены впервые. Из 194 аномалий в качестве первоочередных было рекомендовано 78. В 1973 г. начаты детальные аэрокосмические исследования северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины. В их задачу входили выбор оптимального комплекса методов и приемов дистанционного изучения района, дальнейшее углубление методики и технологии исследований, в связи с чем были выполнены специализированная аэросъемка опорных участков, полевое и камеральное дешифрирование материалов фотосъемки

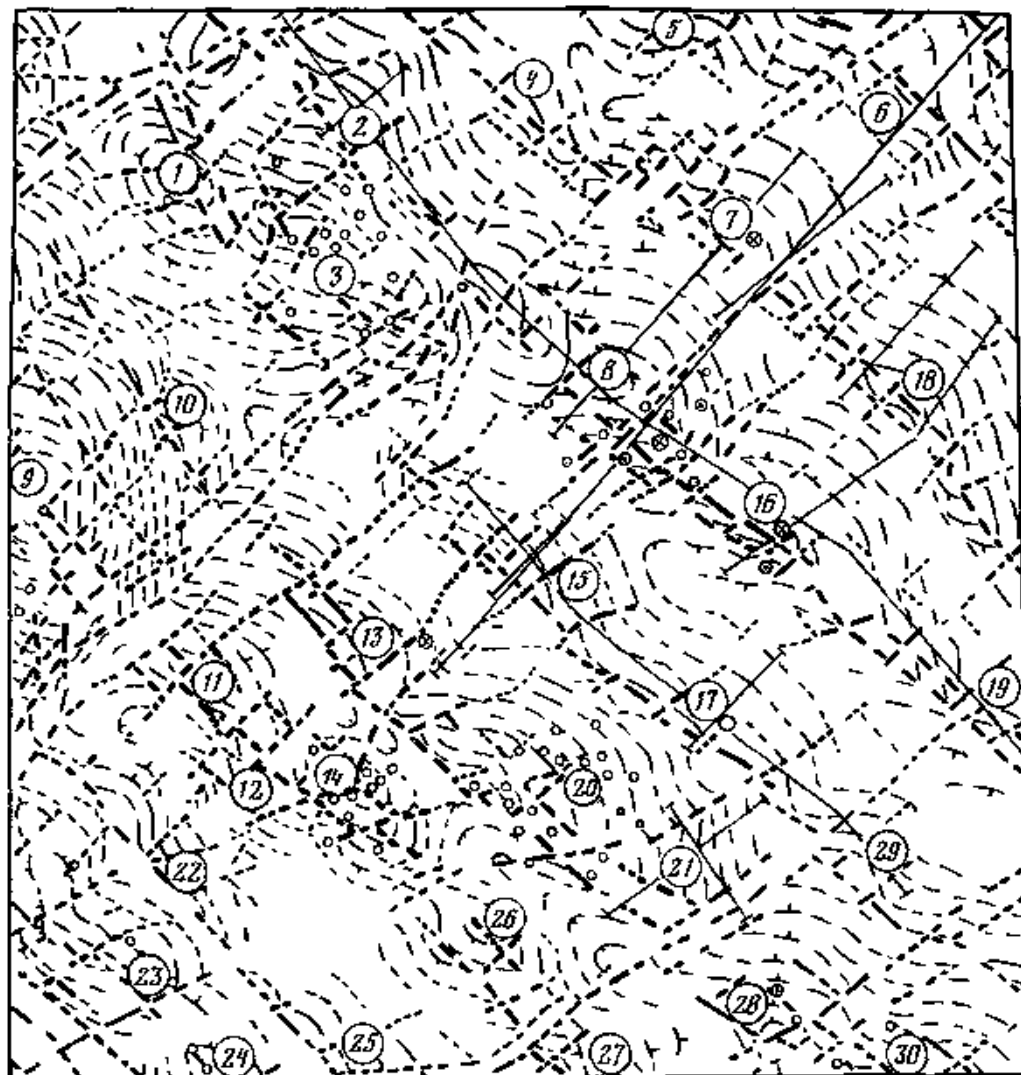
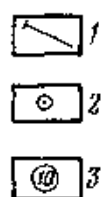


Рис. 153. Результаты структурного дешифрирования Гнединцевско-Леляковской площади Днепровско-Донецкой газонефтеносной области. Составили В. И. Гридия, Ю. Л. Соколова, 1973 г.

1 — сейсмопрофили, рекомендованные по результатам аэрокосмических работ, 2 — скважины, пробуренные в результате последующих нефтегазопромысловых работ, 3 — номер локальной аномалии или ее блока: 1 — Мильковская, 2 — Переволочненская, 3 — Леляковская, 4 — Охиньковская, 5 — Сокиринцевская, 6 — Сребнинская, 7 — Горобиевская, 8 — Озерянская, 9 — Журавковская, 10 — Ладанская, 11 — Западно-Богдановская-I, 12 — Западно-Богдановская, 13 — Светличная, 14 — Богдановская, 15 — Варвинская, 16 — Озерянская-II, 17 — Хортицкая, 18 — Мармызовская, 19 — Брагинецкая, 20 — Гнединцевская, 21 — Остаповская, 22 — Северо-Антоновская, 23 — Антоновская, 24 — Каплинцевская, 25 — Северо-Каплинцевская, 26 — Западно Дашенковская, 27 — Дашенковская, 28 — Белоусовская, 29 — Сухоолохвицкая, 30 — Чернухинская. Остальные условные обозначения см. на рис. 152.

Один из опорных участков площадью 1,3 тыс. км² располагается в северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины и включает Гнединцевское, Богдановское, Леляковское месторождения нефти. Структурным дешифрированием установлено, что основные особенности глубинного строения этого участка отображаются на снимках (рис. 153). Гнединцевское, Леляковское, Богдановское, Журавковское и ряд других поднятий характеризуются повышенной расчлененностью рельефа и опознаются по совокупности закономерно распределенных и ориентированных эрозионных форм и их элементов. Над сводами поднятий резко возрастает густота эрозионной сети и глубина ее вреза. Эти и другие признаки дешифрирования позволили выявить на фотоснимках все 12 поднятий, известных до этого в районе работ. Была намечена продольная и поперечная зональность, установлена существенная роль северо-западных и северо-восточных разрывных нарушений.

По материалам аэрокосмических исследований (см. рис. 153), в отличие от имеющихся данных сейсморазведки, достаточно уверенно выделяются поперечные зоны, ограничивающие с юго-востока Журавковское и Леляковское поднятия, с северо-запада и юго-востока Гнединцевскую и Озерянскую структуры и др. Предположительно намечается ряд локальных поперечных разрывов, в том числе в пределах Гнединцевского и Леляковского поднятий. Учитывая возможность тектонического экранирования ими отдельных залежей нефти и газа, особенно на периклиналях поднятий и их крыльях, изучение поперечных разрывов и их картирование представляется одной из основных задач нефтегазопромысловых работ, решение которой позволит расширить перспективы выявления залежей нефти и газа вблизи известных месторождений.

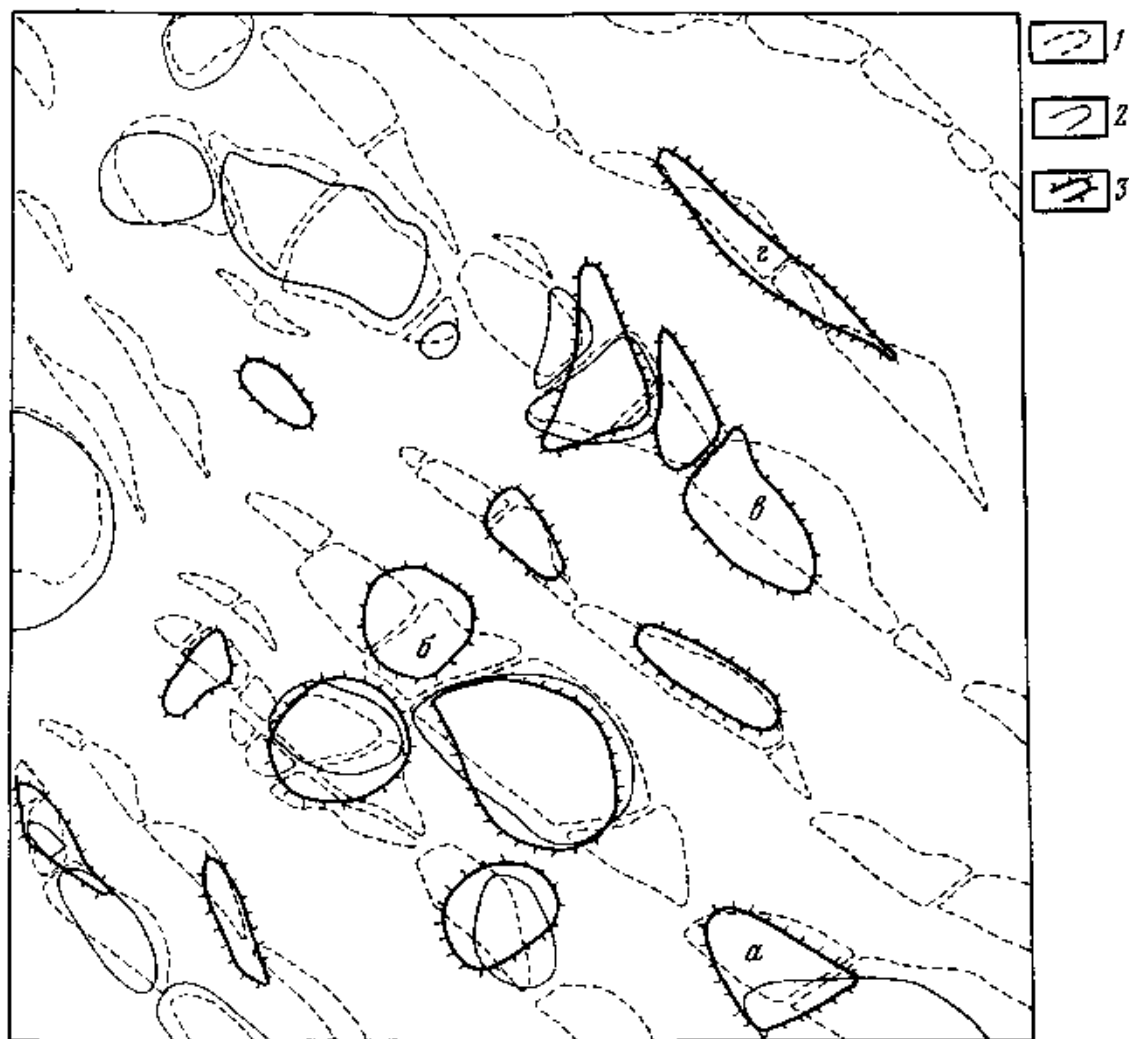


Рис. 154. Сопоставление результатов детальных аэрокосмических, предшествующих и последующих геолого-геофизических исследований в пределах Гнединцевско-Леляковской площади Днепровско-Донецкой газонефтеносной области

1 — контуры фотоаномалий, выявленных детальными аэрокосмическими работами и сопоставляемых с локальными нефтепоисковыми объектами, 2, 3 — контуры локальных нефтепоисковых объектов, выявленных 2 — предшествующими геолого-геофизическими работами, 3 — последующими геолого-геофизическими работами, в том числе: *а* — Белоусовского и *б* — Светличного месторождений, *в* — Озерянской-11 и *г* — Горобиевской локальных структур

Помимо 12 известных локальных структур, дешифрированием выявлено 18 новых фотоаномалий, сопоставляемых с возможно перспективными объектами (рис. 154). Как и в Припятской впадине, вновь выявленные фотоаномалии расположены на пологих моноклиналях, образуя вытянутые вдоль них цепочки, и в депрессионных частях территории. Некоторые из них сопоставляются с периклиналями, отсеченными поперечными разломами.

В 1973—1978 гг. детальные аэрокосмические исследования северо-запада Днепровско-Донецкой впадины были продолжены. Всего за это время работами на площади 12,1 тыс км² было выявлено 274 фотоаномалии, из которых 126 соответствуют структурам, известным по результатам предшествующих геолого-геофизических работ, и 148 намечены впервые. Особенностью новых фотоаномалий является то, что они установлены рядом с известными месторождениями, на участках с высокой степенью геолого-геофизической изученности.

Новые сведения о глубинном строении и неотектонике Днепровско-Припятской газонефтеносной провинции, полученные в итоге комплексных (аэрокосмических и геолого-геофизических) исследований, позволяют дать рекомендации по выбору основных направлений поисков нефти и газа:

1) при региональных и детальных нефтепоисковых работах необходимо учитывать особенности неотектонического развития, прежде всего активность зон поднятий и локальных структур в неоген-четвертичное время,

2) при обосновании очередности ввода в поисковые работы тех или иных объектов следует учитывать не только продольную тектоническую, но и поперечную неотектоническую зональность,

3) в целях обеспечения необходимого фронта поисково-разведочных работ целесообразно более детальное изучение пологих крыльев зон поднятий комплексом исследо-

ваний, в том числе аэрокосмическими, геофизическими и, по опорным профилям, буровыми работами;

4) при планировании геолого-геофизических исследований особое внимание следует обратить на положение поперечных региональных и локальных линейных элементов, сопоставляемых соответственно с зонами разломов и локальными разрывными нарушениями, которые могут служить тектоническими экранами залежей и вместе с тем контролировать распределение продуктивных отложений с повышенными коллекторскими свойствами.

НАЗЕМНЫЕ И ДИСТАНЦИОННЫЕ ГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В первой части настоящей монографии была изложена методика геотермических исследований при нефтегазопоисковых работах. Ниже приведены результаты конкретного применения этой методики на примере Прилукского месторождения Днепровско-Донецкой впадины.

При выборе опытных площадей учитывались особенности структурно-тектонических, литологических и гидрогеологических факторов, а также тип залежи. Например, Леляковская площадь, содержащая сводовую залежь, отличается от Прилукской отсутствием тектонического экранирования и перетоков подземных вод; Качановская площадь содержит многопластовую тектонически экранированную сводовую залежь. На опытных площадях проведены наземные геотермические исследования:

1) в целях выяснения нефтегазопоискового геотермического сигнала в приповерхностных слоях проведены посезонные измерения температур и отбор образцов пород на газовый, химический и микробиологический анализы в скважинах, расположенных на профилях, пересекающих опытные площади; 2) в целях выявления геотермических критериев дистанционных поисков нефтегазовых залежей и основных природных процессов и факторов, искажающих поисковый геотермический сигнал (при синхронных контактных и дистанционных измерениях температуры земной поверхности), по профилям выполнены посезонные круглосуточные контактные измерения температуры земной поверхности.

Прилукское месторождение расположено к северу от г. Прилуки, в северо-западной части южной прибортовой зоны Днепровского грабена, и приурочено к внутримутьевой брахиантисклиальной складке северо-западного простирания. Складку нарушают семь крупных разрывов, в том числе два поперечных, рассекающих структуру на несколько крупных блоков.

Промышленные залежи нефти приурочены к средне- и нижнекаменноугольным отложениям на глубине 1433—1470 м. Мощность продуктивных горизонтов 5—60 м, пластовое давление 1,78—1,91 · 10 Па; пластовая температура 62—68 °С; средний геотермический градиент равен 30 °С/км, что выше, чем на соседних структурах.

Линия профиля наземной геотермической съемки (в разноглубинных скважинах и на земной поверхности) проходит вкрест простирания месторождения, через его сводовую часть (совмещена с линией геологического разреза по месторождению, построенного В. Я. Клепининым).

В отечественных и зарубежных работах описывалось наличие в горных породах над нефтяными и газовыми залежами положительных температурных аномалий, значения которых увеличиваются сверху вниз от десятых долей градуса в приповерхностной зоне до нескольких десятков градусов непосредственно над залежью. Этот эффект объясняют обычно экзотермическими процессами в нефтегазовых залежах при деструкции и окислении нефти и газа [Чекалюк и др., 1974]. Перенос выделившегося тепла происходит по принципу кондуктивного (молекулярного) и конвективного (движущимся флюидом) механизмов. В случае кондуктивного переноса температурная аномалия над нефтегазовой залежью линейно уменьшается с уменьшением глубины. Конвективный механизм характерен для зон тектонических нарушений, по которым происходит восходящая фильтрация подземных флюидов, и в этом случае температурная аномалия над залежью в приповерхностных слоях будет большей.

На основании полевых геотермических измерений в 1973—1979 гг. в разноглубинных скважинах и на земной поверхности (от 0 до 10 м) над типовыми нефтяными и газовыми месторождениями Днепровско-Донецкой впадины [Лялько, Митник, 1975; Лялько и др., 1979] с привлечением результатов замеров температур в неглубоких скважинах, выполненных другими исследователями [Чекалюк и др., 1974], установлены аномально высокие превышения температур грунта (по сравнению с температурой фоновых участков на

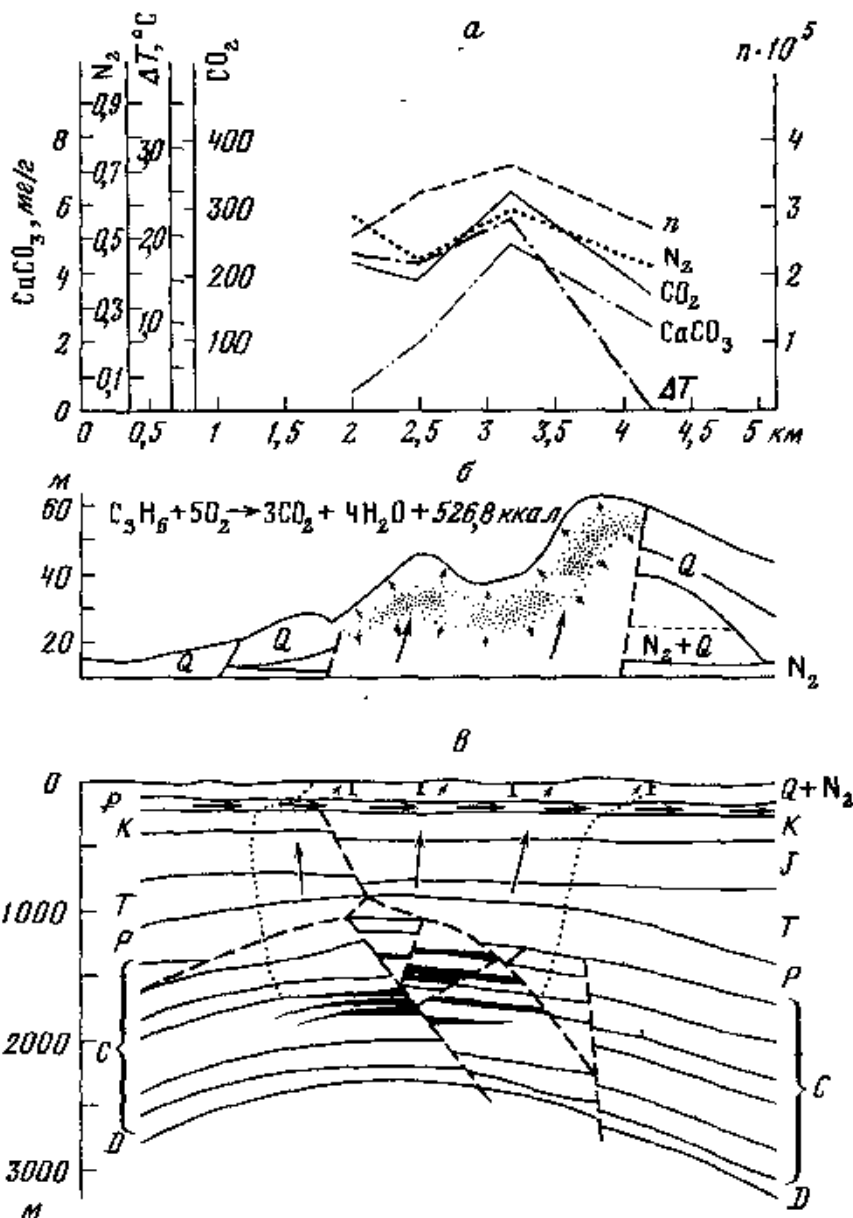


Рис. 155. Результаты экспериментальных комплексных полевых работ, проведенных на Прилукском нефтяном месторождении Днепровско-Донецкой впадины

а — особенности распределения (на глубине 4 м) приращений температур, содержания CO_2 , CaCO_3 , общего N_2 и бактерий (n), растущих на природных углеводородах; б — схема биогенетических процессов окисления углеводородов, обуславливающих приращение температур, содержания CO_2 , CaCO_3 , общего N_2 в приповерхностных слоях, точками показаны скопления бактерий; в — геологический разрез месторождения (по В. Я. Клеинкину). Жирные линии — залежи нефти, стрелки — пути миграции углеводородов

той же глубине) над нефтяными и газовыми залежами в интервале глубин 1—6 м (рис. 155). Для объяснения этого явления Институтом геологических наук АН УССР и Институтом микробиологии и вирусологии АН УССР на территории полигонов геотермической съемки проведены дополнительные специализированные биогеохимические и литологические исследования. Полученные результаты позволили предположить биогеохимический и связанный с ним теплофизический механизмы, объясняющие аномальное повышение температуры в приповерхностных слоях. Причиной формирования температурных аномалий является тепло, выделяемое в приповерхностных слоях в результате деятельности микроорганизмов, окисляющих в условиях избыточного содержания кислорода на этих глубинах органическое вещество, в том числе углеводороды ряда C_1 — C_4 , которые мигрируют снизу, из нефтегазовых залежей. Таким образом, на глубинах 1—6 м над нефтегазовыми залежами может, вероятно, существовать своеобразный «биогеохимический реактор», функционирующий вследствие существования на этих глубинах достаточного количества углеводородов и кислорода, необходимых для интенсивной жизнедеятельности углеводородокисляющих микроорганизмов.

Рассмотрим особенности распределения приращений температур и содержания основных биогеохимических составляющих данного процесса, протекающего в приповерхностных слоях (глубины 1—6 м) на типичном для Днепровско-Донецкой впадины Прилукском нефтяном месторождении (см. рис. 155).

Синхронные измерения температуры и отбор проб для соответствующих анализов проводились в скважинах по профилю через месторождение. Погрешность определения превышений температуры в скважинах составляет $\pm 0,02^\circ\text{C}$. В отобранных пробах

грунта определялось количество микроорганизмов, окисляющих природные углеводороды ряда C_1 — C_4 (метан, этан, пропан, бутан), а также содержание продуктов их жизнедеятельности свободной углекислоты (продукт микробиологического окисления углеводородов в настоящее время), микроконкреций $CaCO_3$ (свидетельствующий об интенсивности и длительности процессов микробиологического окисления углеводородов, при которых выделяется CO_2 , реагирующий с ионом кальция просачивающихся грунтовых вод), общего азота (результат накопления биомассы углеводородоокисляющих бактерий). Оказалось, что обнаруженные в пробах специфические микроорганизмы действительно интенсивно окисляют углеводороды — гомологи метанового ряда.

На всех изученных глубинах максимальное превышение температур (по сравнению с фоном), наибольшее количество углеводородоокисляющих микроорганизмов и повышенное содержание продуктов их жизнедеятельности смещены на 600—700 м от центральной части месторождения, где расположены максимальные мощности нефтенасыщенных пластов. Это объясняется тем, что на глубине 120—150 м над залежью находится водообильный бучакско-каневский горизонт мощностью до 160 м, горизонтальная миграция воды в котором со скоростью около 1 м/год вызывает сдвиг максимума тепловой аномалии на 600—700 м, обусловленный изменением содержания углеводородов в приповерхностных слоях. Наибольшие абсолютные превышения температур, содержания углеводородоокисляющих микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности характерны для глубины 4 м, что свидетельствует об интенсивном функционировании «биогеохимического реактора», в котором происходит микробиологическое окисление природных углеводородов. Построенные зависимости $\Delta T = f(\Delta CO_2)$ показывают тесную связь между этими параметрами, близкую к линейной. Согласно полученным данным по скв. 137 (см. рис. 155, б, в) на глубине 6 м отмечается поток углекислого газа, равный $8 \cdot 10^{-4}$ г/см² · с. При выделении $8 \cdot 10^{-9}$ г углекислого газа выделяется $1,46 \cdot 10^{-4}$ Дж. Это тепло может создавать температурную аномалию 1—8 °С на глубине нескольких метров.

Ореолы рассеяния углеводородных газов над залежами нефти и газа формируются потоками газов со скоростью 10^{-5} — 10^{-8} см/с, что обеспечивает «горючим» аномалии температур и содержания углекислого газа в приповерхностных слоях зоны «биогеохимического реактора».

Представления о существовании термических аномалий над залежами углеводородов были использованы при обработке результатов дистанционной тепловой съемки, проведенной экспедицией Института геологических наук АН УССР в сентябре 1978 г. на одном из нефтегазовых месторождений Днепровско-Донецкой впадины¹. Исследования выполнялись с борта самолета АН-2 с помощью самолетного инфракрасного радиометра, разработанного и изготовленного в Ленинградском электротехническом институте под руководством В. А. Вербицкого. Спектральный диапазон радиометра 8—13 мкм, чувствительность не ниже 0,12 °С, рабочий диапазон температур 0—35 °С. Всего было выполнено 23 основных и пять вспомогательных маршрутов, один из которых совпадает с профилем наземной геотермической съемки.

При обработке термограмм были исключены фрагменты, соответствующие участкам с экранирующим влиянием густого кустарника в пойме реки, неубранных полей кукурузы и построек населенных пунктов.

По результатам интерпретации материалов съемки была построена схематическая карта распределения приращений радиационных температур. Карта сопоставлена с результатами разведочного бурения на нефть и газ в пределах исследованной дистанционной съемкой площади. Представляет интерес сравнение распределения приращений $\Delta T_{\text{рад}}$ с соответствующими аномалиями геофизических и геохимических полей, полученными при проведении на этой площади комплекса геохимических, геотермических, электро- и сейсморазведочных работ. Комплекс геофизических и геохимических работ, проведенных Восточно-Украинской экспедицией МГ УССР, был проанализирован Е. П. Пуздровским с соавторами [1976]. Результаты анализа представлены в виде карты распределения параметров K_1 и K_2 , которые характеризуют степень совпадения аномальных участков, выделенных с помощью указанных методов.

Для области взаимного перекрытия участков геохимических, сейсмо- и электро-разведочных работ комплексный параметр вычисляется по формуле

$$K_1 = a_1 \Delta \rho_a + a_2 \beta + a_3 (15 - C \cdot 10^{-4}) \cdot 5;$$

¹ Эта часть раздела написана совместно с Л. Д. Вульфсоном.

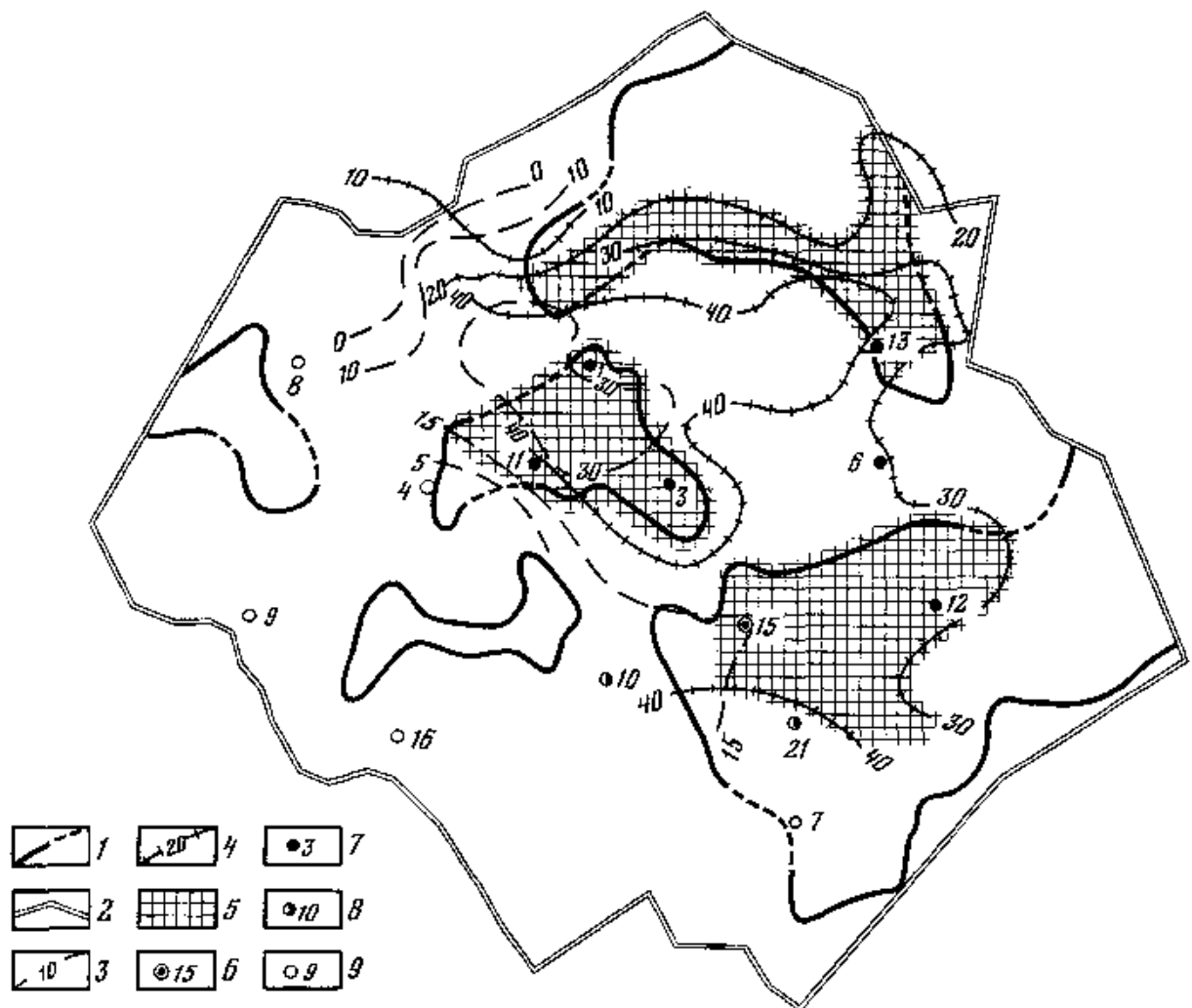


Рис 156 Схематическая карта сопоставления отдешифрованных результатов дистанционной тепловой съемки и комплексированных прямых методов поисков нефти и газа на одном из месторождений Днепровско Донецкой впадины

1 — граница аномальных участков 2 — граница района дистанционной тепловой съемки, 3 4 — изолинии параметров 3 — K_1 , 4 — K_2 , 5 — область перекрытия участков аномалий радиационных температур с перспективными участками, выявленными комплексными геофизическими и геохимическими методами, 6—9 — скважины 6 — вскрывшие нефтесодержащие пласты, 7 — вскрывшие газосодержащие пласты, 8 — находящиеся в опробовании, 9 — непродуктивные

параметр K_2 определяется аналогично по данным геохимических, геотермических и сейсморазведочных работ

$$K_2 = a_2 \beta + a_3 (15 - C \cdot 10^4) \cdot 5 + a_4 (T - 9,8) \cdot 50,$$

где a_1, a_2, a_3, a_4 — весовые коэффициенты, учитывающие значимость информации соответствующего метода о нефтегазовой залежи, Δr_a — значение остаточного аномального кажущегося электрического сопротивления, %, β — относительное изменение средних периодов функции автокорреляции сейсмических отражений в нижнепермских и нижнекаменноугольных отложениях, %, C — концентрация гелия, %, T — температура на глубине 80 м, °С

Комплексные параметры K_1 и K_2 выбраны так, что увеличение затухания сейсмических волн, кажущегося электрического сопротивления, температуры и уменьшение концентрации гелия сопровождаются увеличением значений этих параметров

На карте распределения комплексных параметров K_1 и K_2 (рис 156) получены участки, где приращения радиационных температур достигают 0,5 °С и более. Зоны перекрытия этих участков с перспективной областью, выделенной по результатам комплексных исследований ($K_1 > 10$, $K_2 > 20$), составляют более 50% площади последней. Такое совпадение наблюдается в районе расположения продуктивных скважин, а также на участках северо-восточнее скв 1, севернее и северо-западнее скв 13 и юго-восточнее скв 15.

Таким образом, приуроченность аномалий радиационных температур земной поверхности в основном к перспективным участкам, оконтуренным по результатам комплексных геофизических и геохимических работ, позволяет предложить дистанционную тепловую съемку для поиска нефтегазовых месторождений. Такая съемка, уже осуществляемая с самолетов, в дальнейшем должна производиться и с больших высот — со спутников, что создаст предпосылки для прямых поисков месторождений углеводородов.

ОТРАЖЕНИЕ СТРУКТУРЫ ФУНДАМЕНТА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ НА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ

Одной из составляющих комплекса нефтегазопроисковых исследований является изучение регионов в масштабе 1 : 1 000 000 и мельче. Важнейшей частью этих исследований является изучение глубинного строения региона, в первую очередь структуры фундамента — как рельефа его поверхности, так и внутреннего строения [Флоренский, 1973; Бронгулеев, Воробьев, 1976; Геологическое..., 1978; Кац, Рябухин, 1978]. Изучение взаимосвязи различных структурных элементов Восточно-Европейской платформы позволило проследить особенности структурного плана от обнаженных участков к погребенным и уточнить границы выделяемых элементов [Неволин, 1971; Севастьянов и др., 1973; Богданов и др., 1976; Карта рельефа..., 1976; Трофимов и др., 1976; Голизра, 1978; Можаяев и др., 1978; Космогеологическая..., 1980]. При интерпретации результатов дешифрирования космических снимков использована карта морфоструктур центрального типа территории СССР [Соловьев, 1978]. Ниже делается попытка сопоставления космических изображений (рис. 157) лишь с важнейшими элементами структуры фундамента, с так называемыми межами, вихревыми массивами и образованиями формации рапакиви [Левковский, 1976; Запольнов, Кратц, 1979].

В результате сопоставления (рис. 158) обнаружилось, что системы линеаментов



Рис. 157. Космическое изображение Центральной Европы, переданное со спутника «Метеор-30»

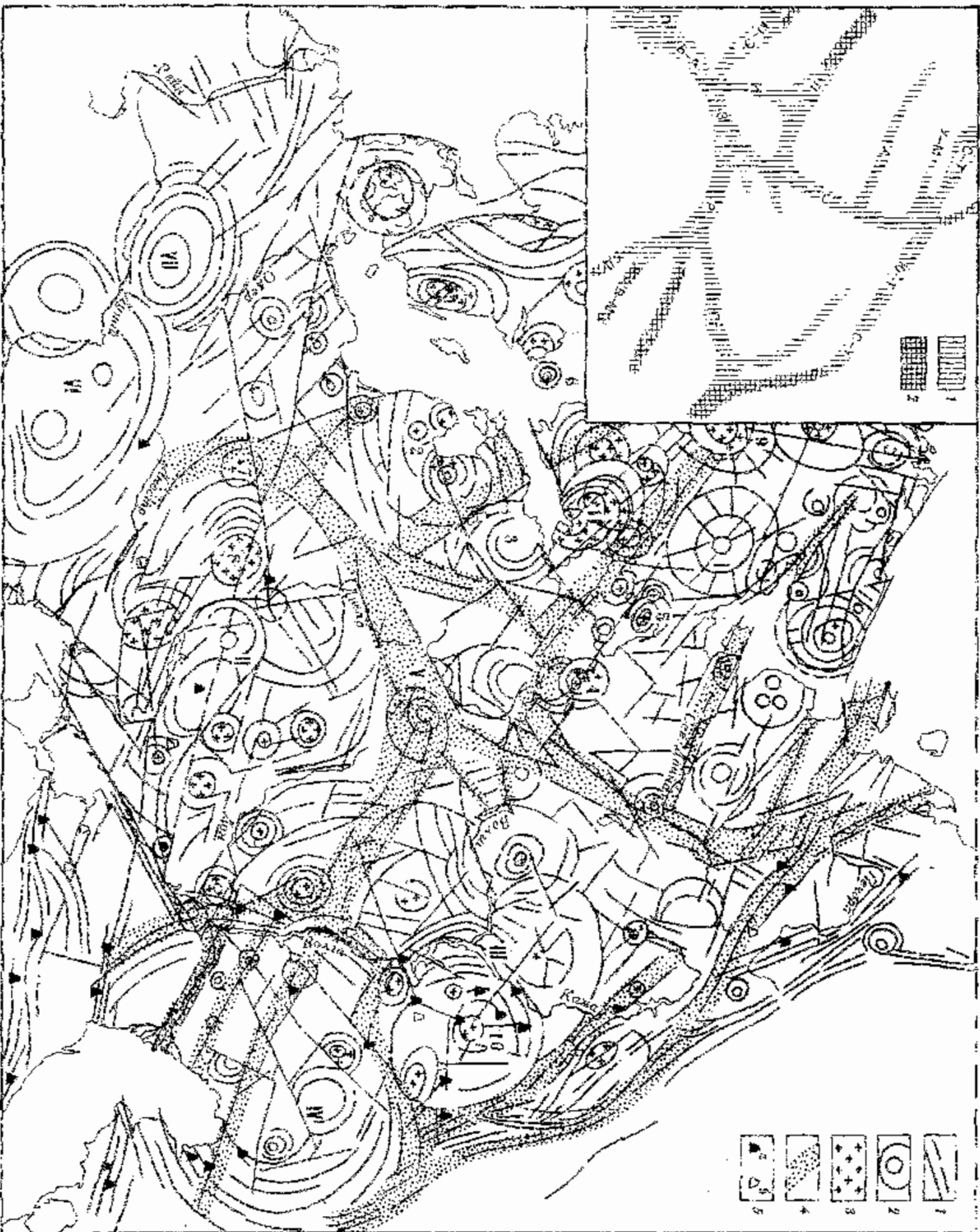


Рис. 158. Схема дешифрирующая мелкомасштабных космических снимков и ее сопоставление со структурной фундаментом Ростово-Фуроретской платформой.

1 — приподнятые денудированные свалы при дешифрировании; 2 — дуговые и кольцевые элементы; 3 — массивы грабово-разрывов; 4 — активизированные разрывочехские зоны («тежи»), выделенные по геолого-топографическим материалам и данным дешифрирования; 5 — местоорождения нефти (а) и газа (б); 6) крупнейшие коллекторы; 7 — крупнейшие коллекторы; 8 — крупнейшие коллекторы; 9 — крупнейшие коллекторы; 10 — крупнейшие коллекторы.

На карте: Аккумулятивные разрывочехские зоны, угадываемые: 1 — по геолого-топографическим данным, 2 — по материалам дешифрирования. Разрывочехские активные разрывочехские зоны («тежи»): 1 — Ладокский, 2 — Ильинский, 3 — Архангельский, 4 — Южно-Донской, 5 — Усть-Мезеньский, 6 — Протопопский, 7 — Вельско-Ахтырский, 8 — Вельский, 9 — Сибирский, 10 — Южно-Донской, 11 — Южно-Донской, 12 — Южно-Донской, 13 — Южно-Донской, 14 — Южно-Донской, 15 — Южно-Донской, 16 — Южно-Донской, 17 — Южно-Донской, 18 — Южно-Донской, 19 — Южно-Донской, 20 — Южно-Донской, 21 — Южно-Донской, 22 — Южно-Донской, 23 — Южно-Донской, 24 — Южно-Донской, 25 — Южно-Донской, 26 — Южно-Донской, 27 — Южно-Донской, 28 — Южно-Донской, 29 — Южно-Донской, 30 — Южно-Донской, 31 — Южно-Донской, 32 — Южно-Донской, 33 — Южно-Донской, 34 — Южно-Донской, 35 — Южно-Донской, 36 — Южно-Донской, 37 — Южно-Донской, 38 — Южно-Донской, 39 — Южно-Донской, 40 — Южно-Донской, 41 — Южно-Донской, 42 — Южно-Донской, 43 — Южно-Донской, 44 — Южно-Донской, 45 — Южно-Донской, 46 — Южно-Донской, 47 — Южно-Донской, 48 — Южно-Донской, 49 — Южно-Донской, 50 — Южно-Донской, 51 — Южно-Донской, 52 — Южно-Донской, 53 — Южно-Донской, 54 — Южно-Донской, 55 — Южно-Донской, 56 — Южно-Донской, 57 — Южно-Донской, 58 — Южно-Донской, 59 — Южно-Донской, 60 — Южно-Донской, 61 — Южно-Донской, 62 — Южно-Донской, 63 — Южно-Донской, 64 — Южно-Донской, 65 — Южно-Донской, 66 — Южно-Донской, 67 — Южно-Донской, 68 — Южно-Донской, 69 — Южно-Донской, 70 — Южно-Донской, 71 — Южно-Донской, 72 — Южно-Донской, 73 — Южно-Донской, 74 — Южно-Донской, 75 — Южно-Донской, 76 — Южно-Донской, 77 — Южно-Донской, 78 — Южно-Донской, 79 — Южно-Донской, 80 — Южно-Донской, 81 — Южно-Донской, 82 — Южно-Донской, 83 — Южно-Донской, 84 — Южно-Донской, 85 — Южно-Донской, 86 — Южно-Донской, 87 — Южно-Донской, 88 — Южно-Донской, 89 — Южно-Донской, 90 — Южно-Донской, 91 — Южно-Донской, 92 — Южно-Донской, 93 — Южно-Донской, 94 — Южно-Донской, 95 — Южно-Донской, 96 — Южно-Донской, 97 — Южно-Донской, 98 — Южно-Донской, 99 — Южно-Донской, 100 — Южно-Донской.

связаны со структурами раннего архея «Межи» разделяют древнюю, доархейскую кору на поля. Зона сближенных линеаментов, прослеживающихся от побережья Ботнического залива в юго-восточном направлении вдоль Восточного Приладожья к Молого-Шекснинской впадине, соответствует оси Ладожской межи. Затем межа и соответствующие ей линеаменты разделяются на две ветви. На юго-запад от разветвления отходит узкая полоса линеаментов, соответствующих лишь отдельным участкам межи на субширотном участке эта полоса совпадает с системой Ильмень-Белоозерских линеаментов, а на юго-восточном — с линеаменами, продолжающимися до среднего течения р. Западной Двины. Другая зона северо-западного простираения прослеживается от Печенгской структуры Кольского полуострова вдоль Кандалакшского залива, Онежского полуострова и долины р. Северной Двины. Она совпадает с Архангельской межой. Такие же взаимоотношения со структурами фундамента наблюдаются в зоне Южно-Эстонской, Усть-Мезенской и Прегольской меж. Взаиморасположение меж на космических снимках создает радиальную систему, характерную для крупных структур центрального типа [Основные, 1979]. Рассмотренное соответствие структуры фундамента с характером ее изображения может быть связано с унаследованным развитием блоков и разделяющих их активизированных зон.

«Вихревые массивы» выделяются в пределах как межей, так и полей в виде изометрично-кольцевых и каплевидных форм размером 50—600 км. Для вихревых массивов характерно изометричное кольцевое и вихревое взаиморасположение структурно-вещественных комплексов преимущественно основного состава, прошедших стадию гранулитового метаморфизма [Запольнов, Кратц, 1979]. Вихревые массивы не всегда имеют устойчивые дешифровочные признаки. Некоторые из них выражаются комплексом прямолинейных, дуговых, кольцевых и сопряженных с ними радиальных линеаментов. Последние, в свою очередь, соответствуют зонам повышенной проницаемости фундамента в раннем архее.

Определенная зависимость была выявлена при сопоставлении кольцевых форм рельефа среднего радиуса (125—500 км) с протерозойскими массивами рапакиви. Кольцевые формы наблюдаются над Выборгским, Лужским, Коростенским и многими другими массивами рапакиви, как обнаженными, так и погребенными (см. рис. 158). По аналогии с массивами, являющимися структурами центрального типа (Выборгский, Коростенский и др.), в пределах Балтийского и Украинского щитов можно предположить присутствие аналогичных структур под многими дешифрируемыми кольцевыми формами рельефа. Исходя из геолого-геофизических данных об известных массивах и наличии над погребенными массивами кольцевых форм рельефа, можно полагать, что массивы рапакиви развиваются как малые самостоятельные геоблоки.

В заключение хотелось бы обратить внимание на одну структуру фундамента Волго-Уральского геоблока, включающего важнейшую нефтегазоносную область Татарского свода [Гафаров, 1976]. Данная структура дешифрируется в виде сочетания дуговых и прямолинейных линеаментов, обрисовывающих кольцевую структуру (600 км в поперечнике), рассеченную системой радиальных линеаментов. Ее оконтуривают узкие линейные понижения, связанные с долинами рек Волги, Камы, Белой и Урала. На схеме (рис. 159) сопоставления структуры фундамента, данных дешифрирования и особенностей магнитного поля, полученных с помощью геофизического спутника с высоты порядка 540 км, отчетливо видно, как изодинамы +1—+4 гамм оконтуривают этот массив.

Сопоставляя особенности строения фундамента Восточно-Европейской платформы, отражающиеся на космических снимках, с зонами нефтегазоносности, можно предположить их связь с активизированными зонами, унаследованно развивающимися с архея. Так к Печорской, Южно-Тиманской, Башкирской и другим зонам линеаментов [Запольнов, Кратц, 1979], известным как глубинные долгоживущие активизированные щовные зоны, приурочены месторождения Печорского бассейна и юга Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Таким образом, можно предположить связь нефтегазоносных районов с активизированными долгоживущими зонами сочленения стабильных блоков.

Прикаспийская впадина представляет собой гигантскую кольцевую структуру, имеющую до 1000 км в поперечнике. Ее обрамление ограничивается системами линеаментов, наиболее отчетливо наблюдающихся в восточной части. На западе и севере Прикаспийскую синеклизу оконтуривают системы сближенных линеаментов, проходящих вдоль Ергеней и р. Урала. Внутри большого кольца прослеживается прерывистая цепочка локальных брахиформных поднятий, выраженных в рельефе кольцевыми формами. Между внутренним и внешним кольцами наблюдается депрессионная зона,

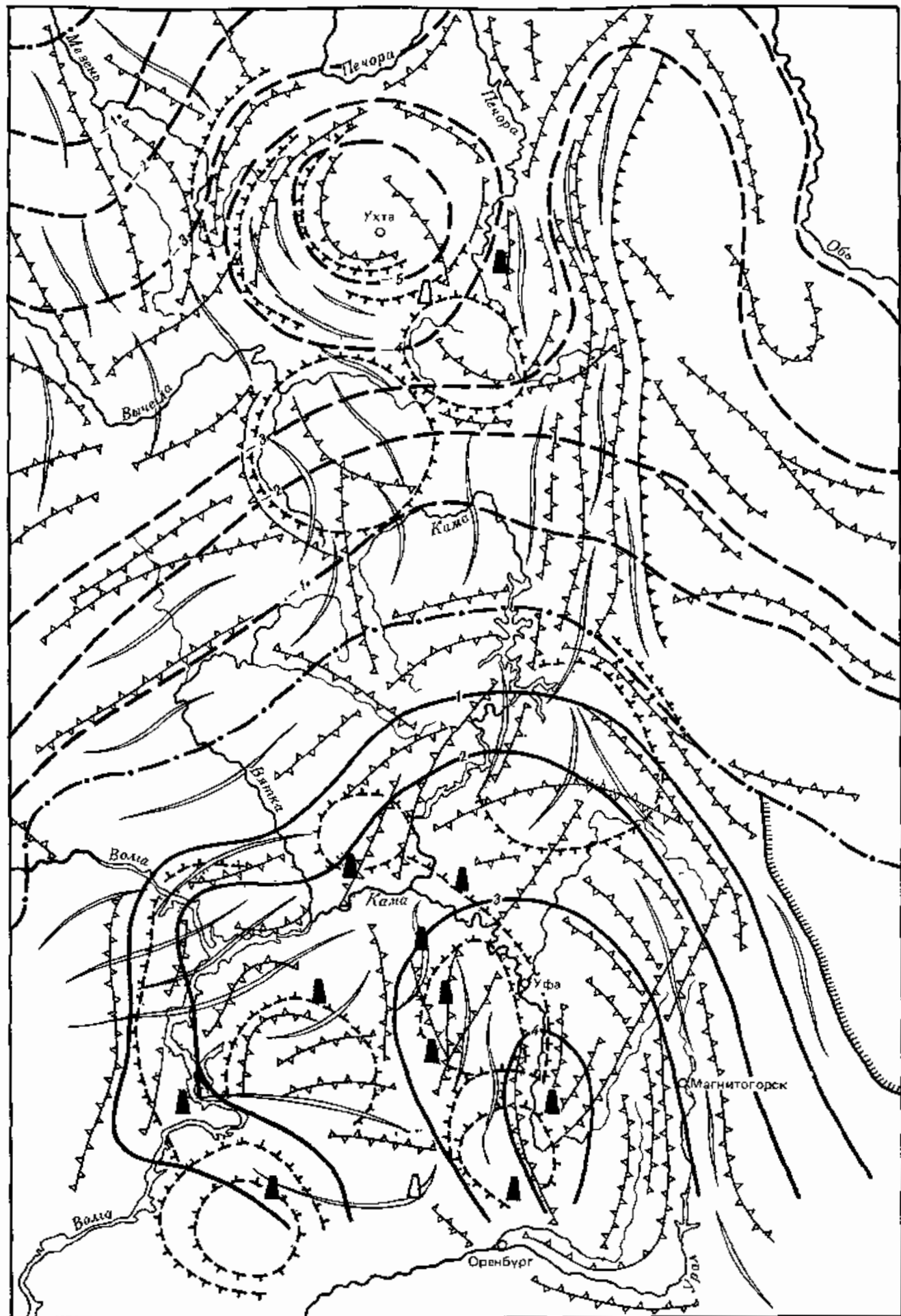


Рис 159 Схема дешифрирования и ее сопоставление с данными аномального магнитного поля, полученными из ближнего космоса (по материалам В. Н. Луговенко), и со строением фундамента Волго-Уральского геоблока

1 — тектонические уступы фаса горных склонов, 2 — денудационно тектонические уступы, 3 — кольцевые и дуговые линеаменты, 4 — контуры водораздельных линий, 5 — изодинамы (в гаммах) а — положительные, б — отрицательные, в — нулевые, 6 — структурные линии фундамента, 7 — гранулитовые массивы фундамента, 8 — месторождения нефти (а) и газа (б)

заполненная верхнечетвертичными образованиями. К северо-востоку от геометрического центра внутреннего депрессионного понижения наблюдается большая полукольцевая форма, срезанная системой субширотных линеаментов. Последняя совпадает с областью аномального теплового потока и наименьших значений мощностей земной коры [Волчегурский и др., 1977 а, б; Ромащов и др., 1979]. Линеаменты и их зоны, которые можно связать с долгоживущими структурами фундамента, ориентированы в северо-западном направлении и продолжают межконтинентальные архаи в пределы синеклизы. При этом все известные месторождения Прикаспийской впадины тяготеют к краевым частям синеклизы и к областям пересечений дуговых и кольцевых линеаментов с долгоживущими разломами фундамента северо-западного простирания.

Таким образом, с помощью комплексного дешифрирования намечена связь докембрийских структур с новейшей активизацией фундамента и проведено деление платформы на блоки, автономно развивающиеся поныне.

УКРАИНСКИЙ ШИТ

Выше было показано, что рельеф и внутренняя структура кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы, отражающие их геологическую историю, наследуются в течение платформенного этапа и отражаются на космических снимках современной поверхности Земли. Поэтому изучение фундамента стало одной из составляющих комплекса нефтегазопромысловых исследований. В связи с этим целесообразно рассмотреть результаты дешифрирования космических снимков территории Украинского щита, где кристаллический фундамент либо обнажен, либо перекрыт осадками, что дает возможность более наглядно показать связь структуры фундамента и платформенного чехла [Неволин, 1971; Карта рельефа..., 1976; Кац, Рябухин, 1978].

Украинский щит представляет собой выступ фундамента в юго-западной части платформы, ограниченный со всех сторон разломами и перекрытый маломощным (первая сотня метров) чехлом мезозойско-кайнозойских осадочных образований. В смежных со щитом впадинах — Припятской, Днепровско-Донецкой и Причерноморской — кристаллический фундамент погружен на глубины 7—10 км; перекрывающие его осадки нефтегазоносны.

Дешифрирование космических снимков высокого уровня генерализации (масштаба от 1 : 10 000 000 до 1 : 1 000 000) и их интерпретация совместно с геолого-геофизическими данными показали, что сквозь чехол платформенных пологолежащих пород «просвечивает» глубинная структура щита, отражаются основные геоструктурные элементы его кристаллического фундамента: 1) крупные долгоживущие глубинные разломы, контролирующие изменения мощности земной коры; 2) отдельные блоки щита, отражающиеся в физических полях и глубинном строении земной коры, т. е. древнейшие блоки фундамента; 3) крупные кольцевые структуры.

На карте (рис. 160), составленной сотрудниками Института геохимии и физики минералов АН УССР и производственно-геологического объединения «Кировгеология» Министерства геологии СССР, выделены линейные и кольцевые структуры, отдешифрированные на территории Украинского щита и на его склонах.

Трансрегиональные межблоковые линеаменты, пересекающие Украинский щит и смежные регионы и разделяющие его на области с различным рисунком и фототонном изображения, отвечают крупнейшим глубинным разломам фундамента и отчетливо дешифрируются на снимках высокого уровня генерализации. Это Суцано-Пержанский (см. рис. 160, 1), Тетеревский (4), Припятский (2), Немировский (6), Тальновский (7), Криворожско-Кременчугский (11), Орехово-Павлоградский (13) и другие глубинные разломы. Межблоковые линеаменты разделяют Украинский щит на структурные элементы, из которых Кировоградский, Приднепровский и Приазовский соответствуют древнейшим блокам щита с присущими каждому из них особенностями внутренней структуры, характером складчатости, эпохами постконсолидационной тектоно-магматической активизации, составом, возрастом и степенью регионального метаморфизма пород.

Несколько не совпадает с существующими представлениями разделение западной половины щита. Здесь, кроме известных Волынского и Подольского мегаблоков, выделяется переходная между ними субширотная сквозная зона нарушений шириной до 50 км, входящая в трансрегиональную систему разломов и названная Днепровско-Лабской [Быстревская, Пашкевич, 1979]. Она трассируется от Днепровско-Донецкой впадины до верховьев р. Лабы на Чешском массиве (см. рис. 160).

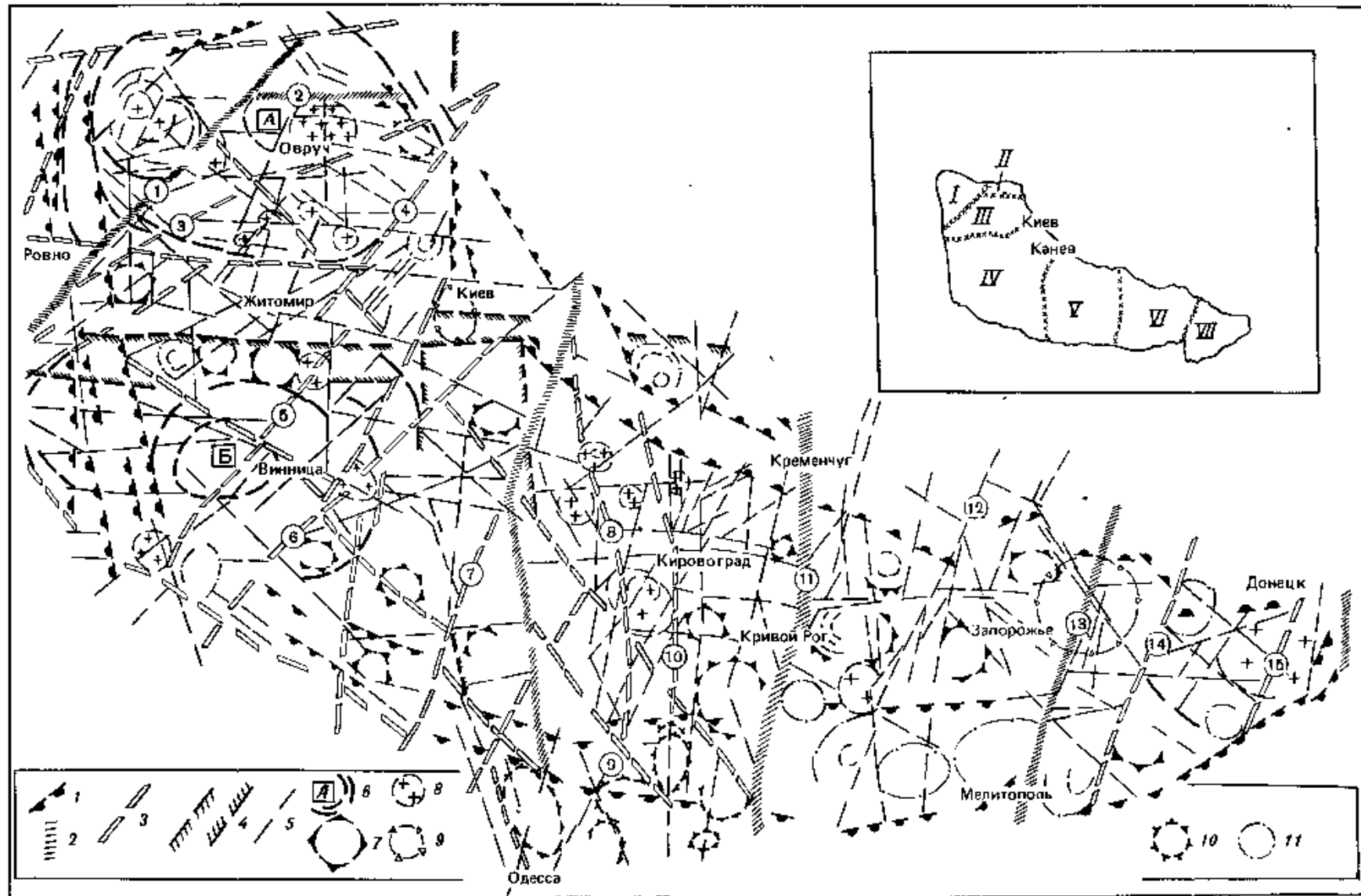


Рис. 160. Карта основных структурных элементов Украинского щита

Лицевые элементы: 1 — краевые разломы Украинского щита; 2 — трансрегиональные межблоковые разломы, 3 — региональные разрывные нарушения фундамента, 4 — условные границы Днепровско-Льбовской сквозной разломной зоны, входящей в трансконтинентальную систему разломов; 5 — локальные малопротяженные разрывные нарушения; 6 — кольцевые мегаструктуры; 7, 8 — кольцевые региональные структуры, выраженные в современном ландшафте; 7 — как положительные и 8 — как отрицательные морфоструктуры; 9 — фанерозойские структуры, наложенные на докембрийский фундамент, 10 — погребенные поднятия фундамента на склонах щита, 11 —

кольцевые и дуговые структурные элементы неясной природы. Разломы: 1 — Суццано-Пержанский, 2 — Припятский, 3 — Изяславский, 4 — Тетеревский, 5 — Здвижский, 6 — Немировский, 7 — Тальновский, 8 — Новомиргородско-Каневский, 9 — Новоодесский, 10 — Каховско-Днепропетровский, 11 — Криворожско-Кременчугский, 12 — Новый, 13 — Орехово-Павлоградский, 14 — Феодосийско-Славянский, 15 — Кальмиусский. Кольцевые мегаструктуры: А — Волинская, Б — Подольская. На врезке — главные блоки Украинского щита: I — Осницкий, II — Овручский, III — Волинский, IV — Подольский, V — Кировоградский, VI — Приднепровский, VII — Приазовский

В пределах выделенных блоков дешифрируются региональные линейные элементы нескольких рангов, разделяющие блоки. Выделено около 50 таких нарушений, больше половины из которых соответствуют известным складчатым и постскладчатым разломам фундамента, но многие выделены впервые. Это Здвижский (см. рис. 160, 5), Изяславский (3), Новый (12), Новомиргородско-Каневский (8), Новоодесский (9), Каховско-Днепропетровский (10), Феодосийско-Славянский (14), Кальмиусский (15) и другие разломы. Кратко охарактеризуем некоторые из них.

Здвижский разлом (см. рис. 160, 5) с северной половиной Тетеревского разлома образует единую (шириной около 25 км) тектоническую зону северо-восточного простирания, отчетливо дешифрируемую на сканерных изображениях. Ему соответствуют крупная врезанная меандра р. Згар, серия долин в бассейне среднего течения р. Южный Буг, долины рек Гуйва и Здвиж. В рельефе фундамента Здвижскому разлому соответствуют резкие перепады. В качестве сквозного разлома, пересекающего весь щит, он выделяется впервые.

Новомиргородско-Каневский разлом (см. рис. 160, 8) выделяется своей типовой рельефа и изгибами долин Днепра, Рокш, Олышаны. Северный фланг разлома проявлен перепадом абсолютных отметок поверхности фундамента. Разлом отображается в гравитационном и магнитном полях и прослеживается в Днепро-Донецкую впадину.

Феодосийско-Славянский разлом (см. рис. 160, 14) выделен впервые по космическим изображениям [Быстревская, Кливаденко, 1980]. Он трассируется в северо-восточном направлении от Обиточного залива Азовского моря на юг через Приазовский массив и Донбасс до Вороножского массива на севере. Протяженность разлома около 200 км, ширина 6—10 км. По поверхности фундамента разлом проявляется в виде залобчатого возвышения с локальными поднятиями до 300 м. Южное его продолжение за пределы Восточно-Европейской платформы, в акваторию Черного моря, было описано под названием Корсак-Феодосийского разлома [Гаркаленко, Белоусов, 1971].

В отдельную группу выделены (см. рис. 160) многочисленные малопротяженные внутриблоковые локальные линейные элементы. Некоторым из них отвечают разрывы, которые в новейшее время активизировались и поэтому четко выражены геоморфологически в виде ступеней рельефа, приразломных депрессий и т. п.

Среди множества дешифрируемых на космических снимках кольцевых фотоаномалий различного фототона и рисунка на карту вынесены лишь те, которые дешифрируются на разнонаправленных изображениях различных видов съемки, выделяются однозначно различными дешифрировщиками, имеют четкие ограничения или концентрическое строение и подтверждаются результатами оптико-электронной обработки мезозональных космических снимков.

Кольцевые структуры по величине условно разделены на мегаструктуры, региональные и локальные.

В пределах западной части Украинского щита выделены Волынская (см. рис. 160, А) и Подольская (Б) кольцевые мегаструктуры с поперечником 200—250 км.

Волынская кольцевая мегаструктура на сканерных изображениях и космических снимках «Метеор» (рис. 161, 162) отчетливо проявляется в виде круговой фотоаномалии, очерченной дугвыми линейными элементами. В современном рельефе центральной части Волынской мегаструктуры соответствует овальная возвышенность с отметками 260—310 м. В периферических частях мегаструктуры абсолютные отметки снижаются до 120—240 м. Основу Волынской мегаструктуры составляет выступ кристаллических пород Волынского мегаблока Украинского щита, занимающий центральную и южную части структуры. В северо-западном и восточном направлениях фундамент погружается и внешние дуги Волынской мегаструктуры проходят соответственно по Волыно-Подольской плите, Припятской и Днепро-Донецкой впадинам. Кольцевой характер структуры отражается и в строении фундамента. Центральную часть Волынской мегаструктуры занимает Коростенский плугон среднепротерозойского возраста с характерным кольцевым расположением слагающих его тел анортозитов, габбро, гранитов-рапакиви и других пород. На юге концентрические контуры структуры образованы породами тетеревакской серии нижнего протерозоя. В ее северо-западной части распространены нижнепротерозойские метаморфические образования кльсовской свиты и осиникского комплекса гранитоидов. Внутренняя часть мегаструктуры, ограждаемая свалом темного фототона размером 100 × 65 км, совпадает с Оаручской позднепротерозойской грабен-синклиналью. Контурами рассматриваемой структуры пространственно контролируется также проявление тектономагматической активизации верхнепротерозойского этапа — кольцевых пержгских гра-



Рис. 161. Фрагмент космического изображения, полученного со спутника «Метеор-29», территории северо-западной части Украинского щита и Припятской впадины. Масштаб 1 : 2500 000, спектральный диапазон 0,7—1,1 мкм

В центре и снизу видны Белорусский и Коростенский массивы рапакиви, дешифрируемые в виде кольцевых форм рельефа. Отчетливо виден Одер-Днепровский линеймент, срезающий север Коростенского плутона

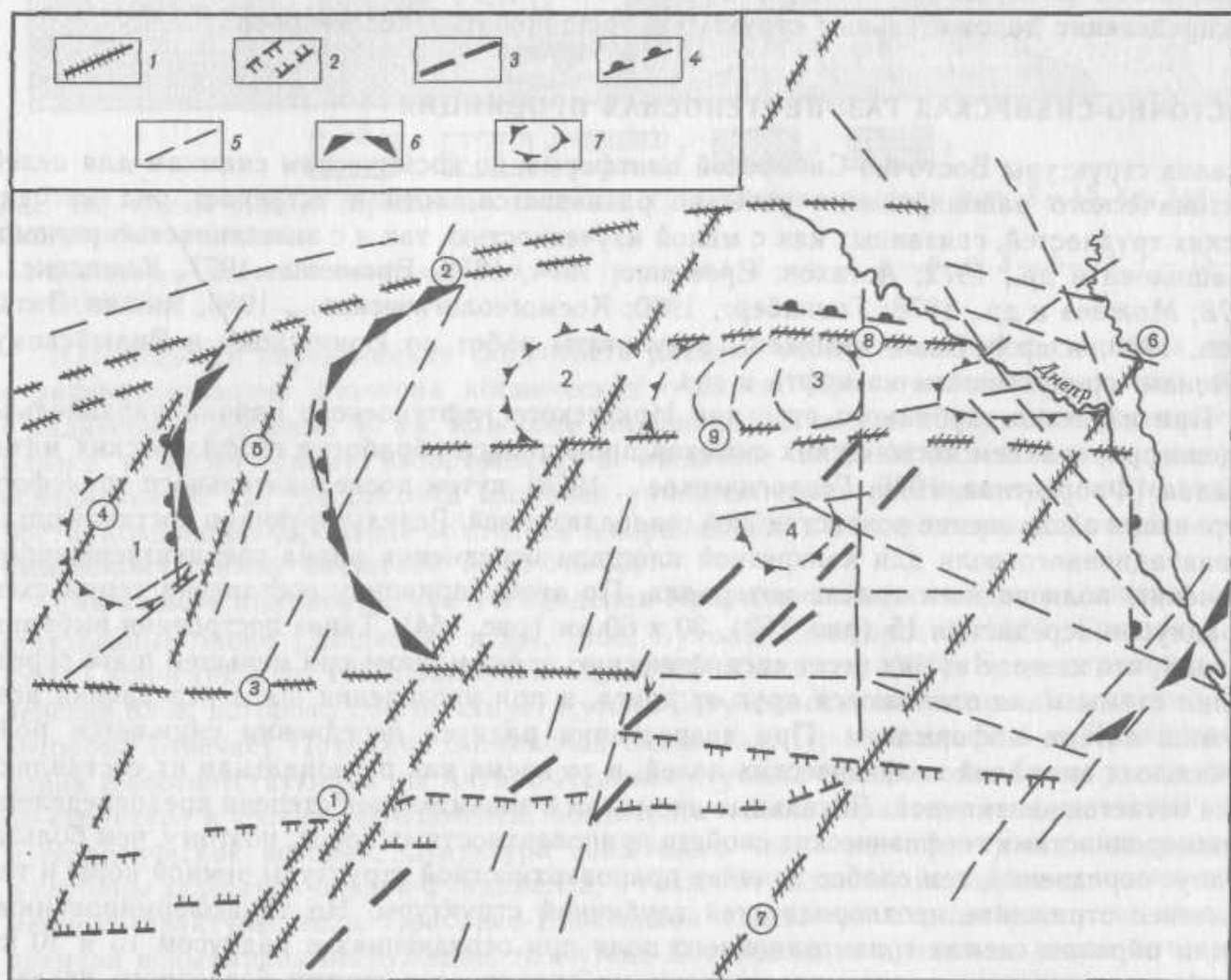


Рис. 162. Схема структурного дешифрирования фрагмента космического снимка, показанного на рис. 161

1 — трансрегиональные межблоковые разломы (цифры в кружках): 1 — Сушано-Пержанский, 2 — Припятский, 3 — Новоград-Волинский, 4 — Владимир-Волинский, 5 — Горынский, 6 — Тетеревский, 7 — Здвижский, 8 — Припятский, 9 — Овручский; 2 — условное ограничение Днепровско-Лабской ослабленной зоны; 3 — региональные разломы I порядка; 4 — краевые разломы; 5 — региональные разломы II порядка; 6 — Волинская кольцевая мегаструктура; 7 — региональные кольцевые структуры: 1 — Маневичская, 2 — Рокитнянская, 3 — Овручская, 4 — Обиходовская

нитойдов и разнообразных метасоматитов Сушано-Пержанской и других тектонических зон. Если образование ядра Волынской мегаструктуры может быть отнесено к докембрию, то в расположении внешних зон более проявляется ее связь с фанерозойским этапом: показателен герцинский структурный план, когда Волынская структура была устойчивым выступом, через который стыковались разноориентированные рифтогенные зоны — Припятская (широтная) и Днепровско-Донецкая (северо-западная).

Региональные кольцевые структуры широко развиты в пределах Украинского щита [Быстревская, Семенюк, 1979]. Их диаметр 10—30, реже 50 км. В рельефе фундамента они выражены поднятиями, реже — изолированными депрессиями либо не выражены вообще.

Анализ геолого-геофизических материалов показывает, что большинство региональных кольцевых структур связано с архейскими гранито-гнейсовыми куполами или с массивами раннепротерозойских гранитов (Саксаганский купол, Новоукраинская, Ингуло-Каменская, Новобугская и другие структуры).

Другая значительная их часть отображает кольцевой характер магматизма средне- и позднепротерозойского этапов и соответствует в основном формациям габбро-анортозитов и гранитов-рапакиви (Орловецкая и Обиходовская структуры, см. рис. 162). В пределах же ограничивающих Украинский щит впадин — Припятской, Днепровско-Донецкой и Причерноморской, являющихся регионами нефтегазопоисковых работ, значительная часть дешифрируемых кольцевых фотоаномалий может быть связана с положительными структурами фанерозойского этапа развития, унаследованными от докембрийского структурного плана.

Тот факт, что многие линеаменты Украинского щита, соответствующие глубинным разломам фундамента, продолжают в пределах впадин с опущенным фундаментом, подтверждает точку зрения, что внутренняя структура фундамента унаследованно отражается в структуре платформенного чехла и поэтому может контролировать распределение положительных структур и трещиноватых коллекторов.

ВОСТОЧНО-СИБИРСКАЯ ГАЗОНЕФТЕНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Анализ структуры Восточно-Сибирской платформы по космическим снимкам для целей тектонического районирования успешно развивается, хотя и встречает ряд методических трудностей, связанных как с малой изученностью, так и с залесенностью региона [Башилова и др., 1972; Астахов, Ероменко, 1974, 1978; Ероменко, 1977; Комплекс..., 1978; Можаяев и др., 1978; Гоникберг, 1980; Космогеологическая..., 1980; Яншин, Зяткова, 1980; и др.]. Ниже изложены результаты работ по Иркутскому и Вилюйскому районам, продуктивным на нефть и газ.

При изучении глубинного строения Иркутского нефтеносного района параллельно с дешифрированием космических снимков проводилась обработка геофизических материалов [Флоренская, 1976; Геологическое..., 1978] путем последовательного трансформирования с постепенно возрастающей генерализацией. Результирующая составляющая гравитационного поля для конкретной площади осреднения равна средневзвешенному значению поля во всех точках интервала. По этому принципу составлена серия схем с радиусом осреднения 15 (рис. 163), 30 и 60 км (рис. 164). Такие построения выбраны потому, что каждое из них несет специфическую информацию; при меньшем шаге осреднения схемы мало отличаются друг от друга, а при увеличении шага осреднения возможны потери информации. При возрастании радиуса осреднения снижается роль локальных аномалий геофизических полей, в то время как региональная их составляющая остается неизменной. Локальные аномалии в значительной степени предопределены неоднородностями геофизических свойств приповерхностных пород, поэтому, чем больше радиус осреднения, тем слабее влияние приповерхностной структуры земной коры и тем заметнее отражение неоднородностей глубинной структуры. На трансформированных таким образом схемах гравитационного поля при осреднениях с радиусом 15 и 30 км наиболее четко отражаются плотностные неоднородности внутри осадочного чехла и верхних горизонтов фундамента, а при осреднении с радиусом 60 км — неоднородности глубинных горизонтов коры вплоть до поверхности Мохоровичича. Указанные схемы сопоставлены с картой поверхности фундамента, построенной по материалам сейсмических исследований, глубокого бурения и уточненной по данным гравиметрии. Космические снимки Иркутского амфитеатра, полученные с различных спутников серии «Метеор» и различающиеся по степени генерализации, соотнесены со схемами осреднения различных радиусов.

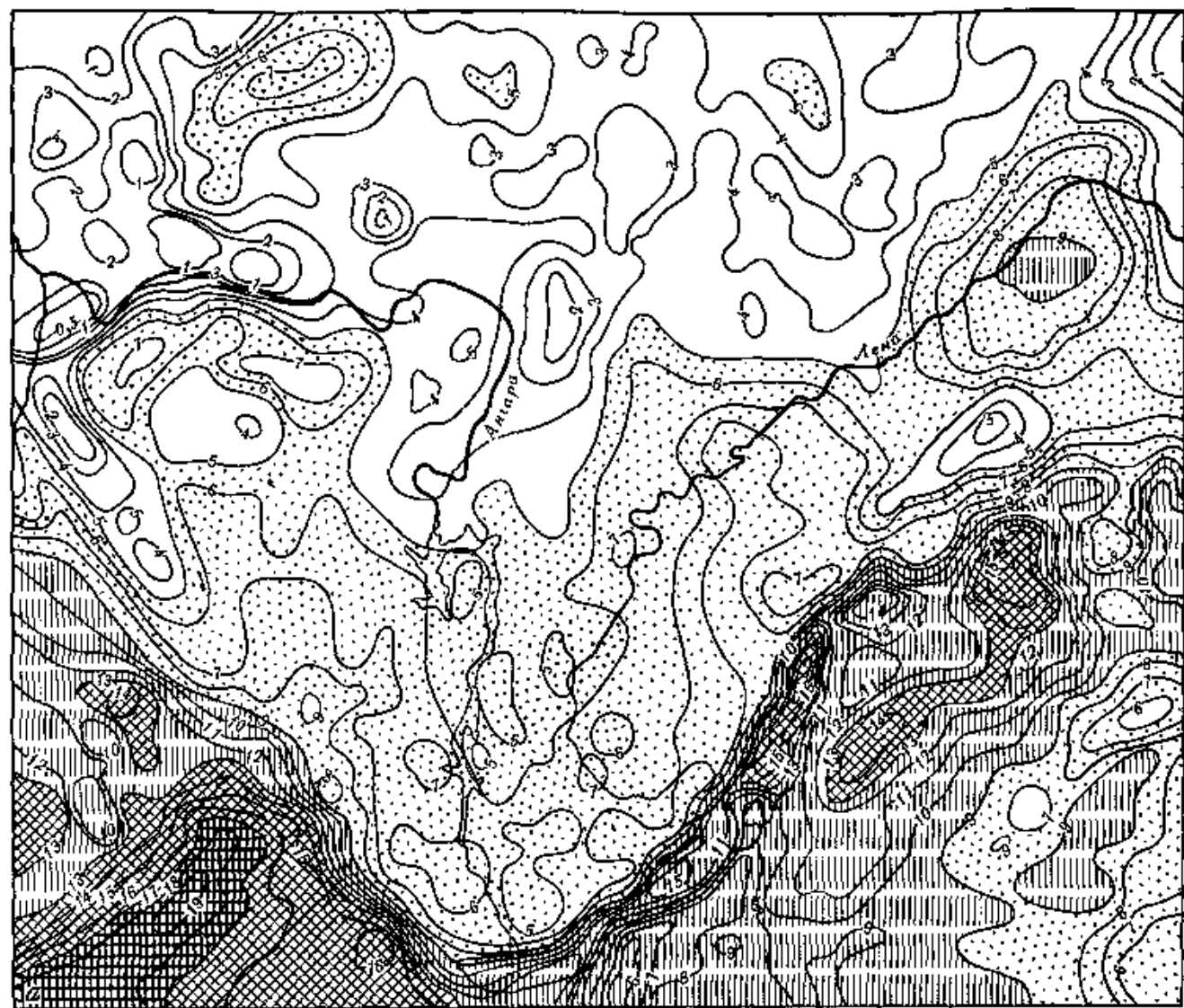


Рис. 163. Схема равных осредненных значений гравитационного поля при $R=15$ км для юга Сибирской платформы

Осредненные значения гравитационного поля (в усл. ед.): 1 — 1—5; 2 — 5—9; 3 — 9—13; 4 — 13—18; 5 — более 18

Наблюдается определенная сходимость рисовки осредненных геофизических полей с дифференциацией фототона космических снимков. При этом оказалось, что схема с радиусом осреднения 30 км, наиболее хорошо отражающая поверхность фундамента, близка к космическому изображению в масштабе 1 : 5 000 000. Схема с радиусом осреднения 60 км, где рисовка изолиний приблизительно соответствует карте поверхности Мохоровичича, близка по степени генерализации и по характеру изображения к космическому снимку масштаба 1 : 10 000 000.

Как на всей платформе, так и в пределах Иркутского амфитеатра выделяются самостоятельные блоки [Дашкевич и др., 1968; Булина, Спижарский, 1970; Гришин и др., 1970; Савинский и др., 1971; Замараев и др., 1975; Межвилк, 1977]. К ним относятся Приленский блок, которому соответствует Кутско-Ботуобинская антеклиз, Тасеевский блок, которому отвечает Присаяно-Енисейская синеклиза, Прибайкальский и Приангарский блоки и соответствующая им Ангаро-Ленская ступень. Выделенные блоки различаются по структуре и составу фундамента, осадочного чехла, характеру геофизических полей и геологической истории. Структура осадочного чехла зависит от истории развития и глубины залегания блоков фундамента, а также от различия их выраженности в современной структуре: если Присаяно-Енисейская синеклиза с рифейского до мелового времени испытывала погружение, то Кутско-Ботуобинская антеклиз стала интенсивно погружаться позже — в вендско-кембрийское и раннеюрское время.

Эти элементы глубинного строения нашли отражение и на мелкомасштабных космических снимках. Естественно, что их связь отразилась в первую очередь через рельеф земной поверхности. Во внутренней части Иркутского амфитеатра, в Приленском блоке, отметки современного рельефа не превышают 500—700 м, в Прибайкальском и Приангарском блоках — достигают 800—1000 м, а на северо-западе, в Тасеевском блоке, они снижаются до 200—300 м. Блоки разбиты системой глубинных разломов. Приведен-

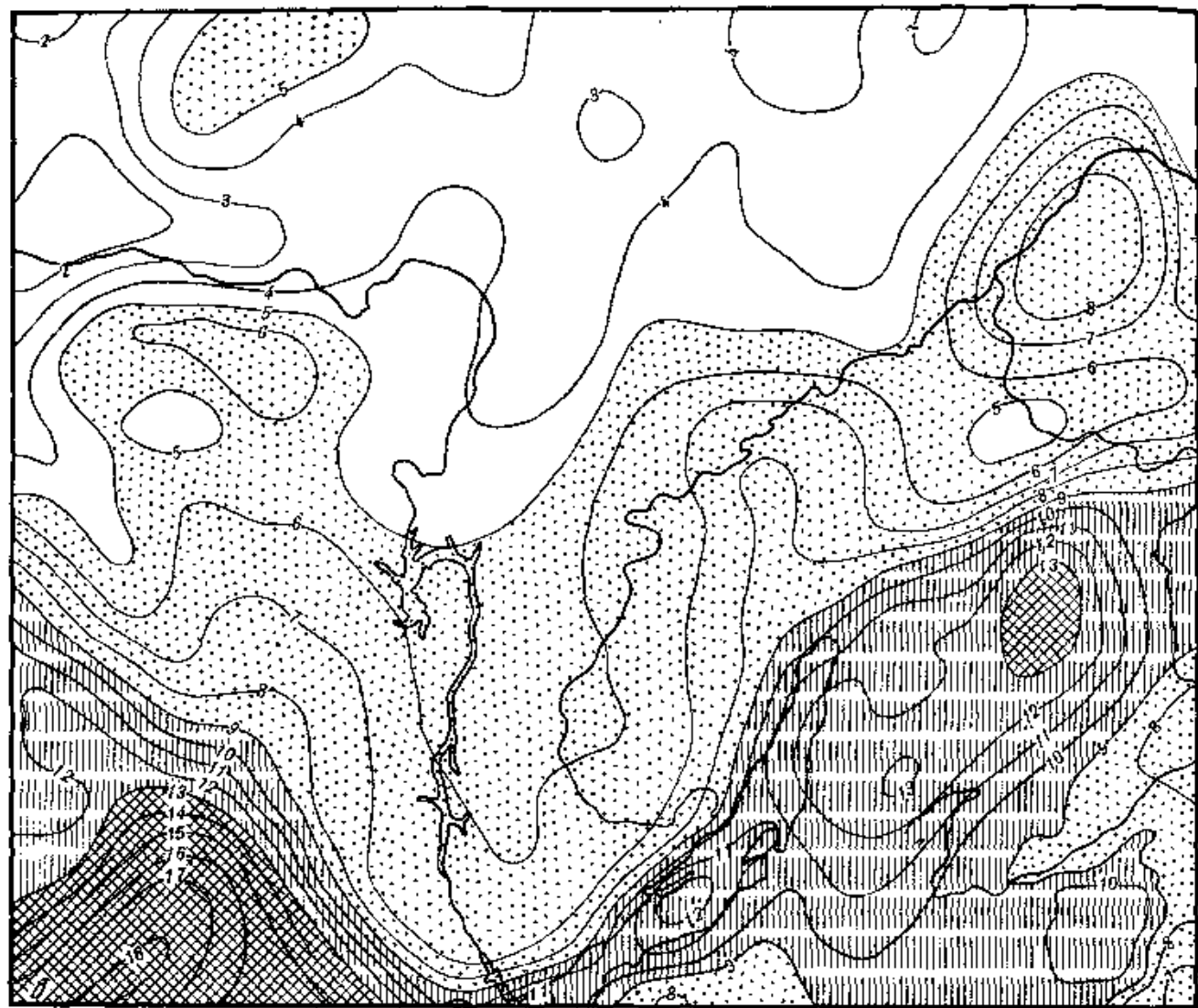


Рис. 164. Схема равных осредненных значений гравитационного поля при $R=60$ км для юга Сибирской платформы

Условные обозначения см. на рис. 163

ные данные свидетельствуют о том, что материалы космических съемок могут и должны использоваться при нефтегеологическом районировании.

Отдешифрованы среднemasштабные космические снимки центральной части Вилюйской синеклизы. Этот район представляет собой обширную впадину, заполненную мощным чехлом осадочных пород и осложненную разновозрастными структурами II порядка. Космические снимки с космического корабля «Союз-22», сделанные в сентябре 1976 г. космонавтами В. Ф. Быковским и В. В. Аксеновым, охватывают северо-восточную окраину Сунтарского и юго-западное окончание Средневилюйского поднятий, разделенных глубокой мульдой. Разрез осадочного чехла этого района представлен палеозойскими и залегающими на них с размывом мезозойскими отложениями, суммарная мощность которых 4—5 км. Северо-восточная часть района, соответствующая зоне опускания, выделяется благодаря темно-зеленой окраске еловой тайги. Центральная часть относительно приподнята и маркируется пожелтевшими лиственными и ярко-зелеными сосновыми лесами; эта часть района заболочена.

На схеме дешифрирования (рис. 165, а) линеаменты образуют сетку, кажущуюся беспорядочной. По простиранию линеаменты разделены на семь групп.

Наиболее частые, связанные с рельефом линеаменты простираются на северо-запад (320° ; рис. 165, б). Они отделяют заболоченные участки от хорошо дренируемых. При пересечении русла Вилюя линеаменты этого простирания оно образует повороты. Линеаменты этого простирания пересекают все геологические структуры и соответствуют Чебыдинскому и Неджели-Кенкемесскому разломам.

Линеаменты, простирающиеся на северо-запад (300° ; рис. 165, в) выражены чередующимися светлыми и темными полосами, соответствующими, вероятно, границам различных типов растительности, в меньшей степени долинам притоков Вилюя. Эти линеаменты также пересекают крупные геологические структуры левобережья Вилюя.

Широтные (рис. 165, г) линеаменты концентрируются на правобережье Вилюя и в его долине.

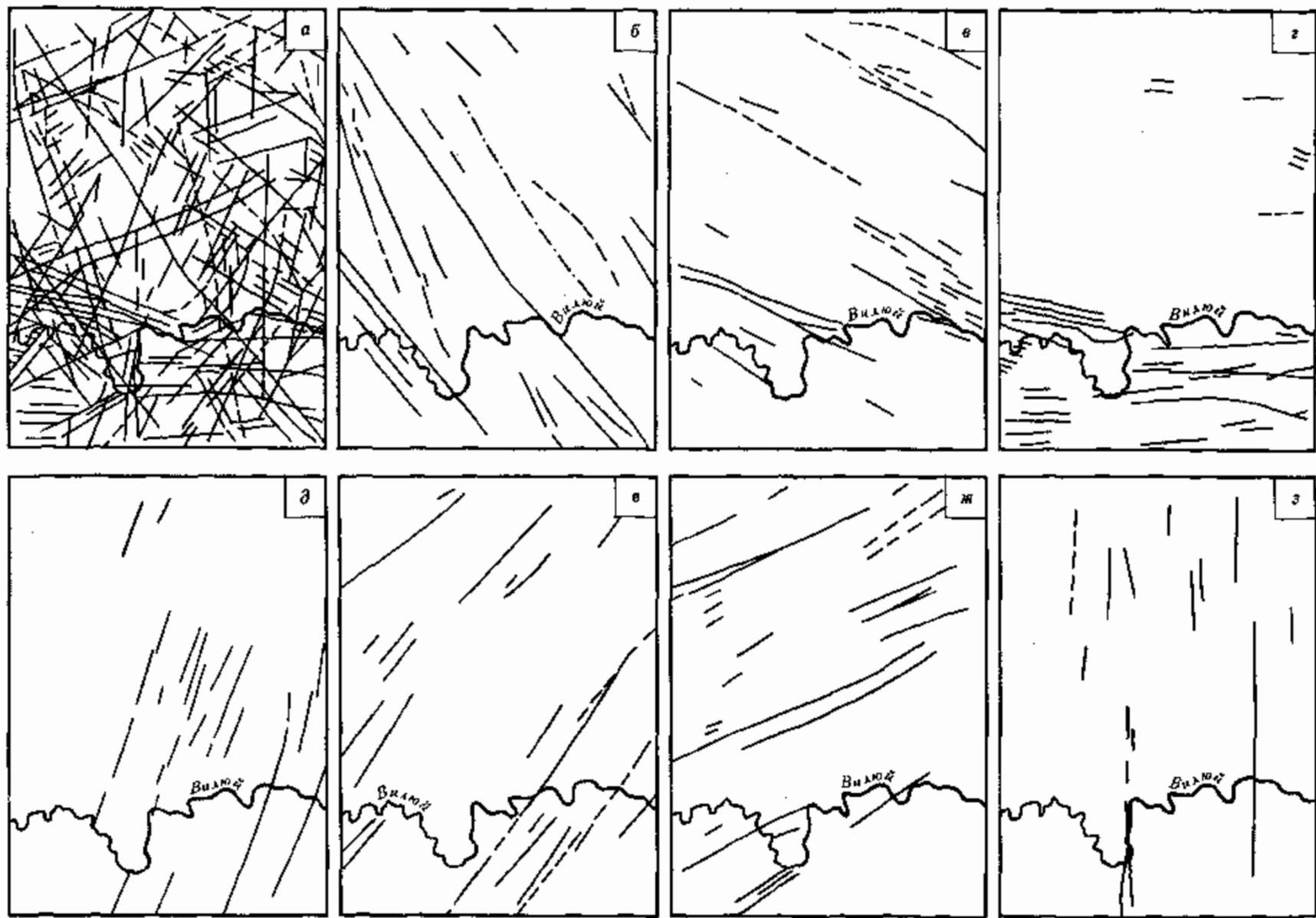


Рис. 165. Линеаменты на территории Вилу́йской синеклизы, отдешифрованные по космическим снимкам
 а — суммарная схема; б—з — линеаменты избранных простираний: б — 320°, в — 300°, г — субширотные, д — 30°, е — 45°, ж — 65°, з — субмеридиональные

Линеаменты, простирающиеся на северо-северо-восток (30°), фиксируются долинами притоков Вилюя и линейными фотоаномалиями, связанными с растительностью (рис. 165, д).

Линеаменты, простирающиеся на северо-восток (45°), наряду с линеаменами северо-западного простирания (320°) являются важнейшими в районе. Они определяют повороты Вилюя и его притоков. Очень резко они проявляются в качестве границы такого, казалось бы случайного и не зависящего от геологии, явления, как распространение пожаров. Возможно, линеаменты 45° и 320° образуют сопряженную систему.

Субширотные (65°) линеаменты (рис. 165, ж), параллельные Нюрбинскому и Кемпендзяйскому разломам, выражены на снимках очень слабо и дешифрируются по незначительному изменению характера растительности.

Меридиональные (рис. 165, з) линеаменты слабо выражены и проведены по долинам некоторых рек и по границе изменения характера растительности.

Таким образом, космические снимки могут достаточно эффективно применяться как при мелкомасштабных исследованиях Восточно-Сибирской платформы, так и при среднемасштабном анализе ее структурных элементов.

НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ ПРОВИНЦИИ МОЛОДЫХ ПЛИТ

ТУРАНСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Огромный фактический геолого-геофизический материал, накопленный по территории Туранской плиты к настоящему времени, позволяет представить основные черты геологического строения этого сложного региона до глубины 10—15 км. Геофизическими работами и бурением установлено, что гетерогенный фундамент перекрывается осадочным чехлом переменной мощности, состоящим из ряда формаций, степень дислоцированности, магматизма и метаморфизма которых уменьшается от древних к молодым. В разрезе различных тектонических зон плиты фиксируются несогласия, отделяющие структурно-тектонические этажи: каменноугольно-пермский, триасовый, юрский, мел-палеогеновый и неогеновый [Буш и др., 1975; Князев и др., 1972].

Промышленные скопления нефти и газа к настоящему времени установлены в триасовом, юрском и меловом нефтегазоносных комплексах. Притоки углеводородов, битумы и газопроявления отмечены в каменноугольных, палеогеновых и неогеновых отложениях. В осадочном чехле Туранской плиты преобладают пликвативные дислокации, однако значительную роль при осадконакоплении, формировании структурного плана и распределении скоплений нефти и газа имели и разломы, проникающие обычно в осадочный чехол. Закономерности связи разломов с формированием зон нефтегазонакопления Туранской плиты рассмотрены в работе В. П. Гаврилова [1975]. Он показал, что наиболее тесная связь скоплений нефти и газа отмечается с региональными разломами непрерывного развития, которые устанавливаются всеми методами геофизики, часто подтверждаются бурением и находят свое выражение в морфологии рельефа, т. е. с той категорией разломов, которые наиболее отчетливо выделяются на космических снимках. На карте (рис. 166) показаны разломы, выделенные в результате дешифрирования космических снимков; основная часть их имеет северо-западное простирание, хотя отмечаются группы разломов меридионального и северо-восточного простираний.

Известно, что основные запасы углеводородов связаны с ловушками структурного типа, большинство из которых формируется в зонах региональных разломов и развивается в соответствии с особенностями развития последних. Выделение разломов проводится по комплексу геолого-геофизических материалов, нередко разного масштаба и различного качества. Принципиально новый шаг в их изучении был сделан благодаря изучению космических изображений, охватывающих всю плиту как единое целое, где отдешифрированные разломы образуют закономерную систему. Анализ этой системы с региональной точки зрения сделан выше, в соответствующих разделах монографии. Здесь же закономерная система разломов Туранской плиты соотнесена с распределением нефтегазоносных структур (см. рис. 166). Важнейшей задачей нефтяной геологии является поиск локальных антиклинальных структур — естественных ловушек для скоплений нефти и газа. Для их обнаружения применяется комплекс геолого-геофизических методов. С помощью дешифрирования космических снимков можно указывать

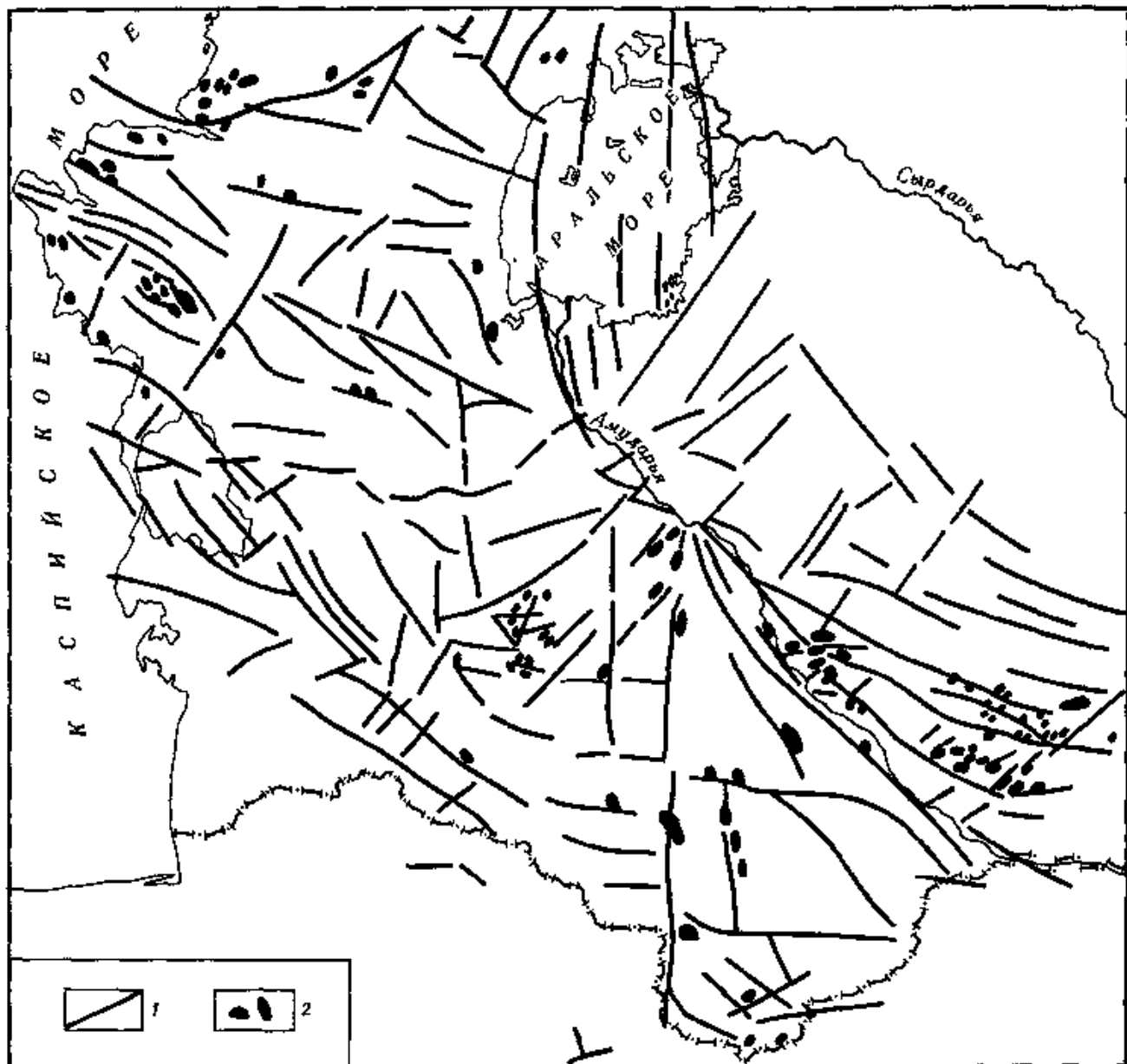


Рис. 166. Главнейшие разломы Туранской плиты и важнейшие скопления углеводородов
 1 — разломы, 2 — скопления углеводородов [Гаврилов, 1975, с дополнениями]

участки вероятных локальных поднятий, что позволит сократить объем геолого-геофизических исследований. Поэтому авторы и попытались показать возможности использования космических снимков в этом направлении на примере Туранской плиты.

Туранская плита стала полигоном для отработки методов поиска локальных антиклинальных структур по космическим снимкам, так как, во-первых, на этой территории имеются как районы с высокой геолого-геофизической изученностью и развитой нефтегазодобывающей промышленностью, где фонд локальных поднятий почти исчерпан, так и районы в структурном отношении слабо изученные, но с перспективными нефтегазоносными комплексами; во-вторых, Туранская плита многократно сфотографирована из космоса, что важно в методическом отношении.

Первые космические снимки Туранской плиты — Мангышлака, п-ова Бузачи и прилегающей территории Устюрта — были сделаны В. А. Шаталовым и А. С. Елисеевым с космического корабля «Союз-8» 13—18 октября 1969 г. Дешифрирование этих изображений с геологических позиций выполнили В. Е. Гендлер, О. М. Канфель, М. Т. Козицкая [Гендлер и др., 1973], а сопоставление с геофизическими данными провели М. А. Артамонов, Е. Н. Исаев [Артамонов и др., 1971]. В указанных и других работах для этой территории были отдешифрированы разломы [Богородский и др., 1973; Богородский, Соловьева, 1976] и в принципе доказана возможность дешифрирования региональной глубинной структуры района [Флоренский, 1973, 1976, 1979; Абросимов и др., 1974; Геологическое..., 1978; Космофототектоническая..., 1978; Можаяев и др., 1978; Ромашов и др., 1979; Артамонов и др., 1980; Виноградов, Севастьянов, 1980; Космогеологическая..., 1980; Лион, Соловьева, 1981].

В сентябре 1973 г. космонавты В. Г. Лазарев и О. Г. Макаров с космического корабля «Союз-12» провели многозональную съемку этой территории. На полученных снимках многие фотоаномалии были идентифицированы с локальными поднятиями. На

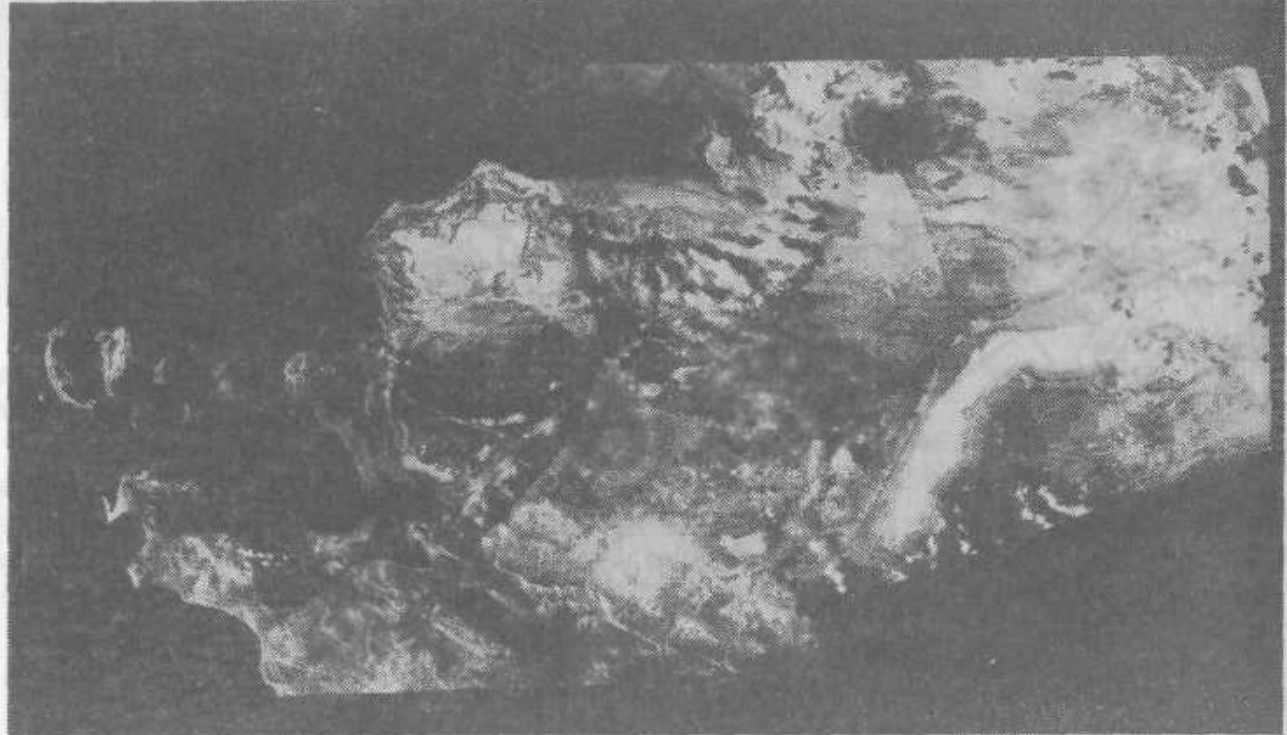


Рис. 167. Монтаж фрагментов снимков п-ова Бузачи, сделанных 27—29 сентября 1973 г. с космического корабля «Союз-12» космонавтами В. Г. Лазаревым и О. Г. Макаровым

фоне ведущей роли разрывов мангышлакского — запад-северо-западного простирания подтверждено существование большого числа разрывов поперечного — северо-северо-восточного простирания.

Позднее территорию Туранской плиты не раз снимали как с советских, так и с американских космических аппаратов. Например, имеются снимки с американской космической станции «Скайлэб», снимки с советской орбитальной станции «Салют-4», сделанные космонавтами П. И. Климучком и В. И. Севастьяновым летом 1975 г., а также мелко-масштабные телевизионные изображения, переданные со спутников серии «Метеор». Все они использованы для отработки методики выявления локальных поднятий.

Месторождения нефти и газа на Туранской плите концентрируются в зонах, отличающихся повышенной неотектонической активностью. В процессе дешифрирования космических снимков была еще раз подтверждена установленная А. А. Бакировым, В. П. Гавриловым и многими другими геологами-нефтяниками связь распределения нефтегазоносных структур с региональными разломами. Даже предварительное дешифрирование позволило путем экстраполяции значительно расширить прогнозные построения, сделанные ранее без анализа космической информации. При обработке снимков масштаба 1 : 1 000 000 и крупнее удается не только изучить разломы, выделяемые по мелко-масштабным изображениям, но и наблюдать связанную с ними структуру поверхности, которая отражает и внутреннюю структуру, т. е. оказывается возможным прямой поиск локальных структур. Наряду с известными ранее региональными тектоническими элементами на космических снимках выделены локальные антиклинальные структуры осадочного чехла. Благодаря тому что на Туранской плите в неотектонический этап значительная часть локальных структур унаследованно испытала воздымание, они, как оказалось, четко отражаются в особенностях рельефа земной поверхности. Для отработки методики их выделения проведено дешифрирование структуры Южного Мангышлака, п-ова Бузачи, Сарыкамышской впадины, а также других нефтегазоносных районов.

Равнины Мангышлака и Устюрта бронируются сарматскими известняками, но в сводах поднятий они более интенсивно размываются и обнажаются среднемиоценовые глины. В результате образуются впадины, которые в аридном климате становятся пересыхающими засоленными такырами и сорами, выделяющимися на космических снимках белесой окраской. В региональном плане удалось проследить Центрально-Мангышлакскую систему дислокаций, простирающуюся на восток-юго-восток, к которой приурочен Каратауский антиклинорий. В его своде дешифрируются выходы темных триасовых отложений, которые дислоцированы и разбиты на блоки серией северо-западных разломов; некоторые из них по космическим фотографиям впервые прослежены дальше — в пределы распространения мезозойско-кайнозойских отложений [Исследования..., 1972; Флоренский, 1973]. С севера и особенно с юга триасовые породы ядра

антиклинории резко ограничены протяженными субширотными разломами. Сходные линейные элементы, сопоставимые с разломами, видны и восточнее. Так, по космическим снимкам уточнено и предложено положение Тумгайинского разлома. Ядро антиклинорной обрамлено выходами более светлых пород юры, важного мела и низов верхнего мела. Крылья антиклинория сложены белоснежными верхнемеловыми и палеогеновыми породами, обрезающимися склоны Южного и Северного Актау и впадины Уссурия.

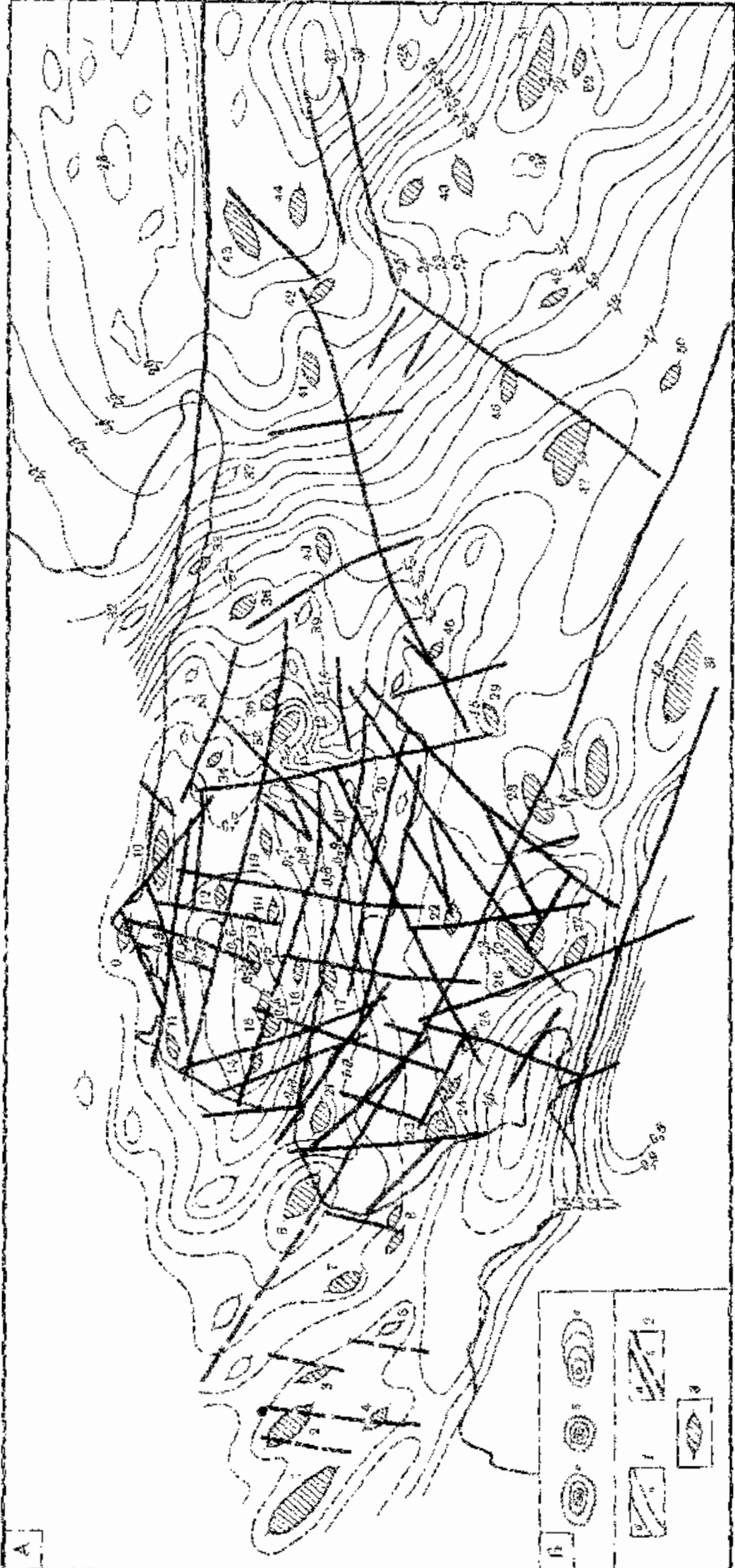
Непосредственно с юга к Карагаузскому антиклинорию примыкает Чакырганский прогиб, выделенный большими палеогеновыми известняками Южного Актау. Еще южнее располагается Бекс-Башукдукское поднятие. К югу от него выделяется Жетыбай-Узеньская ступень, детально изученная геофизическими методами и разбуренная скважинами. Здесь сводам большинства тектонических поднятий в рельефе отвечают засоленные впадины. К некоторым из этих поднятий приурочены нефтяные месторождения Узень, Карагие, Несчаномысское и др. Севернее Карагаузского антиклинория прослеживается Южно-Бузачинский прогиб, который выделяется, по космическим снимкам, белой зоной засоленных тапиров. Локальным поднятием западного и южного склонов плато Уссури у села Мартыны Кулдук и на структуре Монета отвечают участки шельфового артезианского веза [Флоренский, 1973].

Ландшафт плато Уссури очень однообразен, и выделить локальные структурные элементы трудно, но все же и здесь на космических снимках видны оазисные фотоаномалии, соответствующие антиклинальным поднятиям Каменное, Арыстановское, Такубай [Артамонов и др., 1971].

Более детальное дешифрирование локальных структур было проведено на полуострове Бузачи (рис. 167) [Флоренский, Руднев, Крючков, 1976; Артамонов и др., 1980; Виноградов, Севастьянов, 1980; Кутузов, Кленко, 1980]. Как уже говорилось, благодаря обращенному рельефу на сводах растущих структур развиваются засоленные впадины. Поэтому карта засоленности полуострова [Кравцова, 1975; Кривжинов, Кравцова, 1980] в значительной степени отражает его внутреннюю структуру. Эта связь особенно характерна для северо-западной, сводовой части полуострова, где легко определяется обширный белый сор, приуроченный к Северо-Бузачинскому поднятию. Здесь выделяется ряд структур (рис. 168, А): Западно- и Восточно-Каражанбасская, Северо-Бузачинская, Большесорская, Каламкасская, Тасбасская и др. На западном побережье полуострова выделяются Долгинецкая и Северо-Долгинецкая структуры. В пределах Каражанбасского прогиба на общем сером фоне определяются светлые пятна соров, соответствующих локальным поднятиям Тумескудук, Кошак, Шаной и др. Южно-Бузачинская зона поднятий протягивается в виде отщепления от Северо-Бузачинской зоны, где светлыми пятнами выделяются Кызавская, Кырымская и другие структуры. В восточной части полуострова меловые породы перекрываются мощным чехлом палеогеновых отложений, который очень слабо дислоцирован, что затрудняет дешифрирование. На общем фоне здесь определяются более светлые фотоаномалии, соответствующие Муринской, Тасурпинской, Турумской и другим структурам. Наряду с известными структурами на космических снимках по фотоаномалиям намечены предполагаемые структуры на западе и востоке от Каражанбасского поднятия и на побережье зял. Комсомольск (см. рис. 167, 168, А). Структурное дешифрирование космических снимков весьма эффективно и для зоны мелководья — западного полуострова, отдельных островов, отмелей и поднятий для отмечают локальные структуры [Кравцова, Антонова, 1974; Флоренский и др., 1976].

На базе структурной карты по подошве неокана (третий отражающий сейсмический горизонт) с использованием результатов дешифрирования космических снимков построена уточненная структурная карта, на которой выделены локальные структуры и главные отдешифрированные линейные элементы (см. рис. 168, А). По характеру фотоизображения было отождествлено 35 структур. На структуре Каратурун, выделенной по космическому снимку, получены промышленные притоки нефти. В Каспийском море намечено восемь фотоаномалий, определяемых как антиклинальные структуры.

Сетка линейных элементов, выявленных по космическим снимкам масштаба 1 : 1 000 000 и крупнее, контролирует не только распределение структур, но и зоны трещиноватости, а последние, в свою очередь, определяют коллекторские свойства пород. Это особенно важно в связи с тем, что на Южном Мангышлаке в триасовых отложениях главными, по сути дела, единственными типом коллекторов являются трещиноватые. Геологический анализ сетки связанных линейных элементов, выявленных на Южном Мангышлаке и полуострове Бузачи, позволяет установить их различный динамический характер. Линейные элементы мангышлакского - западно-северо-западного простирания контролируют складчатости:



A

B

Рис. 168. Структурная карта п-ова Бузачи по подошве неокома, построенная по геофизическим данным, детализированная и дополненная локальными структурами, установленными по космическим снимкам, а также отделиффрированными линеаментами [Флоренский, Руднев, Крючков, 1976]

А. 1 — стратоизогипсы по подошве неокома (в км): а — достоверные, б — экстраполированные; 2 — линеаменты и разломы: а — достоверные, б — экстраполированные; 3 — локальные структуры (звездочкой отмечены структуры, выделенные впервые по космическим снимкам): м о р с к и е: 1 — Купалы *, 2 — Морская *, 3 — Восточно-Морская *, 4 — Рыбачья *, 5 — Подгорная *, 6 — Западный Долгинец, 7 — Долгинец, 8 — Южный Долгинец *; С е в е р о - Б у з а ч и н с к и й с в о д: 9 — Бурншик, 10 — Каламкас, 11 — Коскала, 12 — Большесорская, 13 — Северный Бузачи, 14 — Западный Каржанбас, 15 — Восточный Каржанбас, 16 — Жалгыз-Тюбе, 17 — Тасбас, 18 — Западный Худайберген, 19 — Худайберген, 20 — Западный Кызан; Ю ж н ы е Б у з а ч и: 21 — Северный Долгинец, 22 — Тушескудук, 23 — Западный Торлун, 24 — Торлун, 25 — Акмула, 26 — Кошак, 27 — Южный Кошак *, 28 — Шаной, 29 — Восточный Шаной, 30 — Джужсай, 31 — Кискудук, 32 — Дурневская *, 33 — Восточная Дурневская *, 34 — Орпа *, 35 — Турум, 36 — Восточный Турум *, 37 — Имберген *, 38 — Джамаюрпа, 39 — Акорпа, 40 — Туяк, 41 — Мурынсор, 42 — Тасурпа, 43 — Северная Тасурпа *, 44 — Восточная Тасурпа, 45 — Кызан, 46 — Тумсык, 47 — Кырын, 48 — Каракудук, 49 — Кайдаш, 50 — Южный Кырын *, 51 — Арыстан, 52 — Уялы *;

Б — модели концентрических фотоаномалий, выявленных по космическим снимкам: 1 — вытянутые, 2 — округлые, 3 — смещенные

к ним приурочены локальные поднятия, структурные ступени; по ним происходило сжатие и потому маловероятно увеличение пористости пород. Иное дело линеаменты северо-северо-восточного простирания: с ними не связаны унаследованные направленные перемещения, именно к ним приурочены зоны трещиноватости, а местами и растяжения. Одним из примеров может служить приуроченность цепочек грязевых вулканов на п-ове Бузачи к разломам северо-северо-восточного простирания, однозначно свидетельствующих о зияющих трещинах и о миграции по ним воды и углеводородов на поверхность [Грибков, 1975].

Известны успешные попытки поиска локальных структур по космическим снимкам. В основу их выделения положены признаки, предложенные при дешифрировании локальных структур полуостровов Мангышлак и Бузачи: смена направления водотоков, углубление овражной сети, а также засоленные участки [Оруджева и др., 1982].

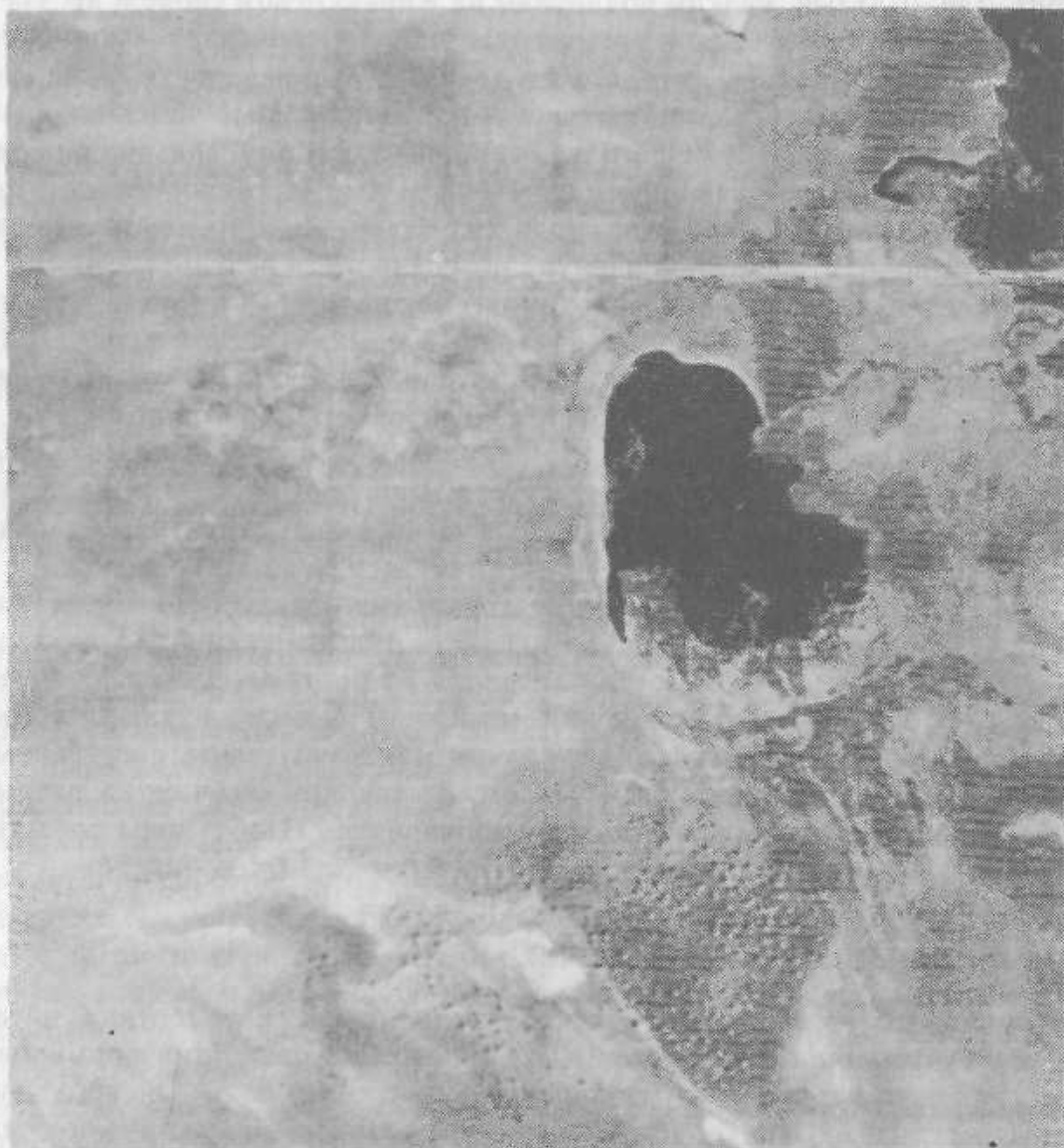


Рис. 169. Космический снимок района Сарыкамышской впадины, полученный со спутника «Метеор-30»



Рис 170 Схема дешифрирования Сарыкамышской впадины

1 — границы региональных тектонических элементов 2 — локальные структуры, впервые выявленные по космическим снимкам, 3 — ранее известные локальные структуры, дешифрирующиеся на космических снимках Региональные тектонические структуры I — Шахпахтинская ступень, II — Центрально Устюртское поднятие, III — Ассакеауданская впадина, IV — Сарыкамышская впадина, V — Дарьялык Дауданский прогиб VI — Центрально Каракумский свод, VII — Верхнеузбойская впадина, VIII — Карашорский вал

Кроме того, были обнаружены слабо выраженные локальные концентрические фотоаномалии, которые образованы чередованием узких колец фототона (см рис 168, Б) Впервые они были установлены на п-ове Бузачи Подобный рисунок отвечает многим изученным структурам, в том числе и месторождениям нефти и газа, таким, как Жетыбай, Узень, Небит-Даг, Шатлык, мелким поднятиям на Каракумском своде и др На космических снимках, полученных в разное время года, рисунок концентрических образований сохраняется, изменяются лишь детали и степень его выраженности Концентрические фотоаномалии чаще всего несколько вытянуты, подобно брахиантиклинальным структурам Проявление концентрических фотоаномалий, по-видимому, связано с образованием локальных складок, сопровождающимся изменением плотности, пористости, трещиноватости и проницаемости горных пород от свода к крыльям Видимо, эти изменения влияют на вышележащие породы, вплоть до дневной поверхности, в результате чего и формируются ореолы изменения увлажненности и химических процессов в грунте, что отражается в рельефе и растительности Так, на территории Сарыкамышской впадины (рис 169) выделены фотоаномалии, соответствующие как ранее известным, так и впервые выделенным локальным структурам (рис 170) К концентрическим фотоаномалиям, вероятно, относятся как антиклинальные, так и синклиналильные образования, но различить их трудно Поэтому приходится привлекать другие дешифровочные признаки у антиклиналей более выражены концентрические полосы на своде структуры, у синклиналей, наоборот, более выразительны полосы на крыльях

Таким образом, в результате выделения локальных структур по космическим снимкам территорий Туранской плиты можно высказать ряд положений 1) локальные антиклинальные структуры дешифрируются благодаря их росту на неотектоническом этапе им отвечают сгущение овражной сети или котловины, хорошо видные на космических снимках, 2) по концентрическим фотоаномалиям можно выделять погребенные локальные структуры, перекрытые осадочным чехлом, 3) закономерная сетка разрывов контролирует как зоны регионального структурообразования, так и зоны трещиноватости, а следовательно, и изменения коллекторских свойств горных пород

ФЕРГАНСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ОБЛАСТЬ

Восточная часть эпигерцинской Туранской плиты была переработана интенсивными неоген-четвертичными орогеническими движениями, обусловившими формирование ряда межгорных впадин, разделенных крупными поднятиями палеозойского фундамента В межгорных впадинах сохранились отложения мезозойско-кайнозойского платформенного чехла, перекрытые мощными грубообломочными породами орогенного комплекса Примером такой впадины может служить Ферганская, юрские отложения которой пер-

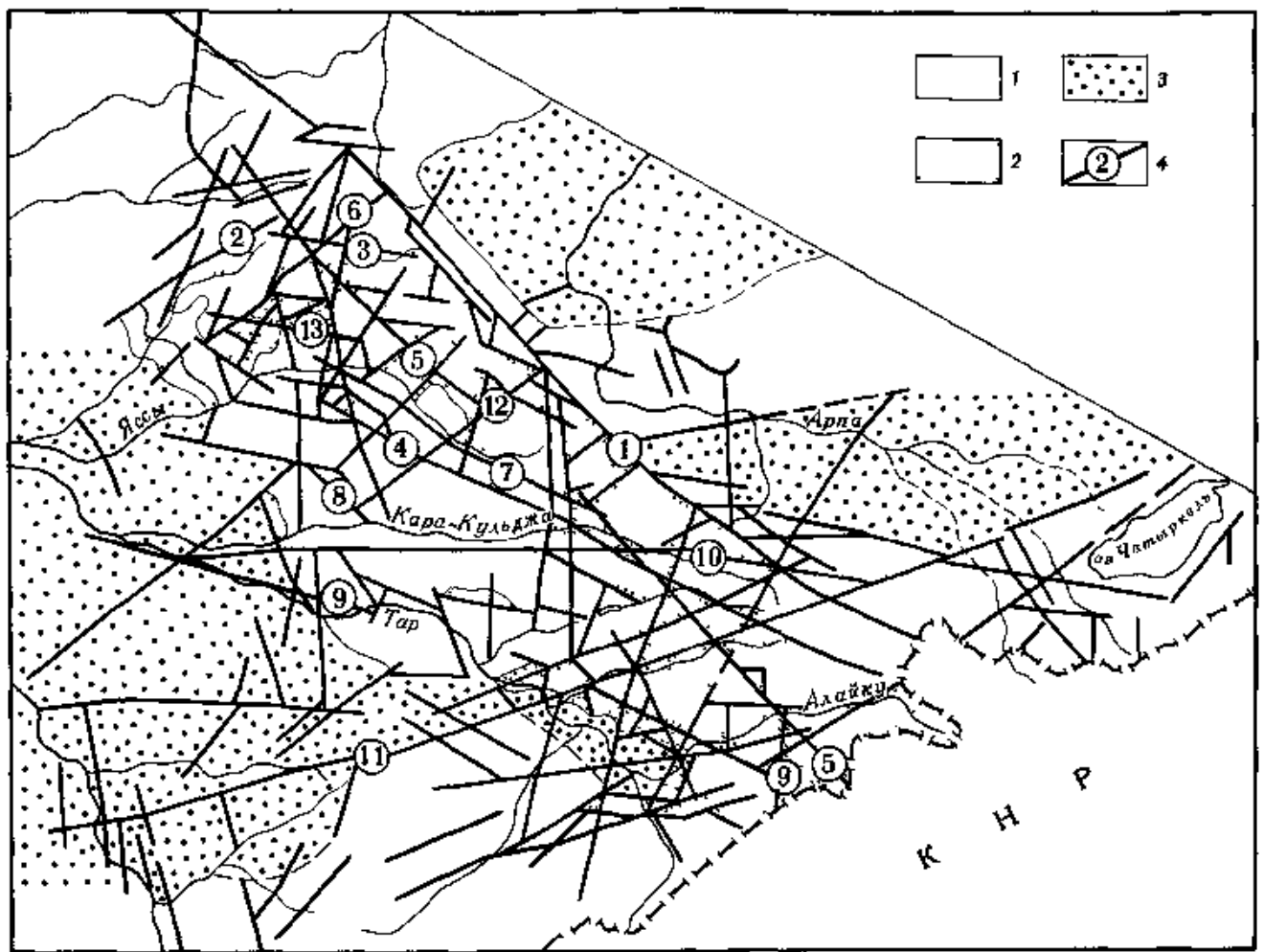


Рис 171 Схема дешифрирования космического снимка Восточной Ферганы, полученного со спутника «Ландсэт-1» 26 сентября 1972 г

1—3 — отложения 1 — палеозойские, 2 — юрские, 3 — меловые и более молодые, 4 — линейменты и разрывные нарушения 1 — Таласо-Ферганский, 2 — Кумбельский, 3 — Семизский, 4 — Бештерекский, 5 — Кугарт Терекский, 6 — Туюкский, 7 — Ясинский, 8 — Таксан Тампырский, 9 — Тарский, 10 — Каракульджинский, 11 — Терекский, 12 — Читтинский, 13 — Туюксазский

спективны для обнаружения залежей нефти и газа, но обычно погружены на большую глубину и недоступны непосредственному наблюдению. Поэтому изучение юрских отложений проводилось в Ферганском хребте, где они обнажаются на значительной площади, а выявленные в открытых районах закономерности строения юрских отложений могут быть использованы для прогнозирования нефтегазоносности в смежных впадинах [Шейслер и др., 1981]

Для изучения тектоники Ферганского хребта были отдешифрированы аэрофотоснимки масштабов 1 : 35 000 и 1 : 100 000 и космические снимки масштаба 1 : 1 000 000 (рис 171). Слагающие хребет пачки конгломератов, гравелитов, разнозернистых песчаников, алевролитов, аргиллитов и пласты углей расчленены на кокшинскую (нижняя юра), туюкскую (аален), чаарташскую (байос), зинданскую (бат) и кошбулакскую (верхняя юра) свиты, которые с размывом залегают либо одна на другой, либо на палеозое. Красноцветные терригенные отложения нижнего мела развиты только в западных отрогах Ферганского хребта, где ложатся на кошбулакскую свиту и ее аналоги. Неоген-четвертичные отложения, слагающие эпиплатформенный орогенный комплекс, играют крайне незначительную роль и представлены валунниками, галечниками и песками в основном аллювиального либо моренного происхождения.

Дешифрирование аэрофотоснимков масштаба 1 : 35 000, сделанных в осенний период, позволило получить общее представление о структуре района. На них хорошо видны элементы складчатой структуры, по единичным прослоям песчаников возможно определение залегания пород даже в областях развития мощных пачек алевролитов и аргиллитов, дешифрируются мелкие разрывные нарушения. Из-за обилия дешифрируемых мелких разрывов на снимках этого типа часто затруднено выделение разрывов, определяющих структуру района. Этот недостаток успешно преодолевался при использовании аэрофотоснимков масштаба 1 : 100 000, сделанных поздней осенью, когда район был покрыт маломощным снеговым покровом. Генерализующее влияние масштаба съемки и снежного покрова способствует уверенному дешифрированию крупных разрывных и складчатых нарушений. На космических снимках складчатая структура района практически не дешифрируется. Только в районах развития мощных пологозалегающих

пачек грубообломочных пород юры и мела (бассейн р. Яссы, бортовые части Ферганской впадины и мульды Алайку) возможно дешифрирование подошвы мезозойских отложений и определение общего падения слоев по пластовым треугольникам. Наиболее пригодными для изучения структуры района оказались космические снимки, сделанные в красной и инфракрасной частях спектра (0,7—1,1 мкм), что ранее отмечалось на примере смежных регионов.

Дешифрирование космических снимков и наземная проверка результатов позволили выделить крупные разрывные зоны в палеозойском фундаменте и проследить их на большие расстояния в поле развития юры, что было затруднено при использовании только аэрофотоснимков, где эти нарушения теряются в массе мелких разрывов. На космических снимках разрывные зоны выражены прямолинейными «рубцами», с которыми часто совпадают прямолинейные участки речных долин или их резкие изгибы, седловины и уступы в рельефе; часто они разделяют участки снимка с различным фототонном. В гравитационном поле наиболее крупные из установленных разрывных зон фиксируются повышением градиента поля, а в юрских отложениях к ним приурочены зоны концентрации дислокаций. Установленные разрывные зоны иногда совпадают с крупными разрывами, выявленными ранее при геологической съемке (Таласо-Ферганский, Бештерекский, Кумбсльский и др.), либо продолжают их, либо установлены впервые и объединяют в единую систему серии мелких разрывов, выявленных по аэрофотоснимкам.

Разрывные зоны в фундаменте образуют две ярко выраженные системы: 1) Таласо-Ферганский разлом и субпараллельные ему зоны разрывов (295—315°) и 2) систему субширотных (265—275°) разрывных зон. Таласо-Ферганский разлом является структурой планетарного масштаба, развитие которой во многом определяет особенности геологического строения прилегающих районов, поэтому вполне естественно, что преобладающее развитие получили зоны северо-западного простирания, опережающие Таласо-Ферганский разлом. Субширотные разрывные зоны имеют подчиненное значение и как бы «простреливают» поднятие Ферганского хребта, соединяя структуры Алайского и Кокшальского хребтов.

Наземные наблюдения показали, что выделенные разрывные зоны являются крупными субвертикальными сбросами и взбросами с амплитудой до 3 км и протяженностью часто свыше 100 км, которые рассекают район на блоки. Разрывные зоны широтного (Семизская) и северо-западного (Яссинская, Кугарт-Терекская и др.) простираний контролировали юрское осадконакопление, так как к ним приурочены резкие изменения мощности и состава юрских отложений. Для зон северо-восточного и меридионального простираний отсутствуют данные, указывающие на их древность, и образование этих зон следует, вероятно, связывать с эпохой неоген-четвертичного орогенеза.

Большинство мелких разрывов, секущих юрские отложения, так же как и разрывных зон фундамента, относятся к субвертикальным сбросам. Преобладают разрывы длиной 2—8 км с амплитудой до 100 м; часто встречаются разрывы практически без смещения (тектонические трещины), длиной до 1 км. Простирание мелких разрывов определяется простиранием разрывных зон в фундаменте (см. рис. 173).

Юрские отложения Ферганского хребта заполняют крупный грабен, строение которого определяется чередованием относительно просто построенных складчато-глыбовых структур, осложненных мелкими складками. Для складчато-глыбовых структур характерны следующие общие признаки: 1) соответствие ориентировки осевых поверхностей складчатых структур простиранию разрывных зон; 2) сочленение смежных складчатых структур по зонам разрывов, в том числе «в торец»; 3) общая брахиформность складчатых структур; 4) асимметрия поперечного профиля; 5) усложнение строения складчатых форм на глубине, в нижних свитах юры; 6) усложнение строения складчатых форм в области роста мощности юрских отложений и увеличение роли глинисто-алевроитовых пачек в разрезе.

Тесная генетическая связь между движениями блоков палеозойского фундамента по рассекающим его зонам разрывов и образованием складчато-разрывных нарушений в юрских отложениях подтверждается соответствием между простиранием последних и простиранием зон разрывов в фундаменте (рис. 173) [Мальцев, 1973]. В междуречье Каратюбе — Каргаш развиты широтные зоны разрывов в фундаменте, здесь же в юрских отложениях преобладают разрывы широтного простирания, а оси складок также ориентированы широтно. Южнее, в междуречье Каратюбе — Чавай, в фундаменте преобладают разрывные зоны северо-западной и северо-восточной ориентировки, соответственно в юрских отложениях преобладают разрывы этих же направлений и северо-западное простирание осей складок. Связь между разрывными зонами фунда-

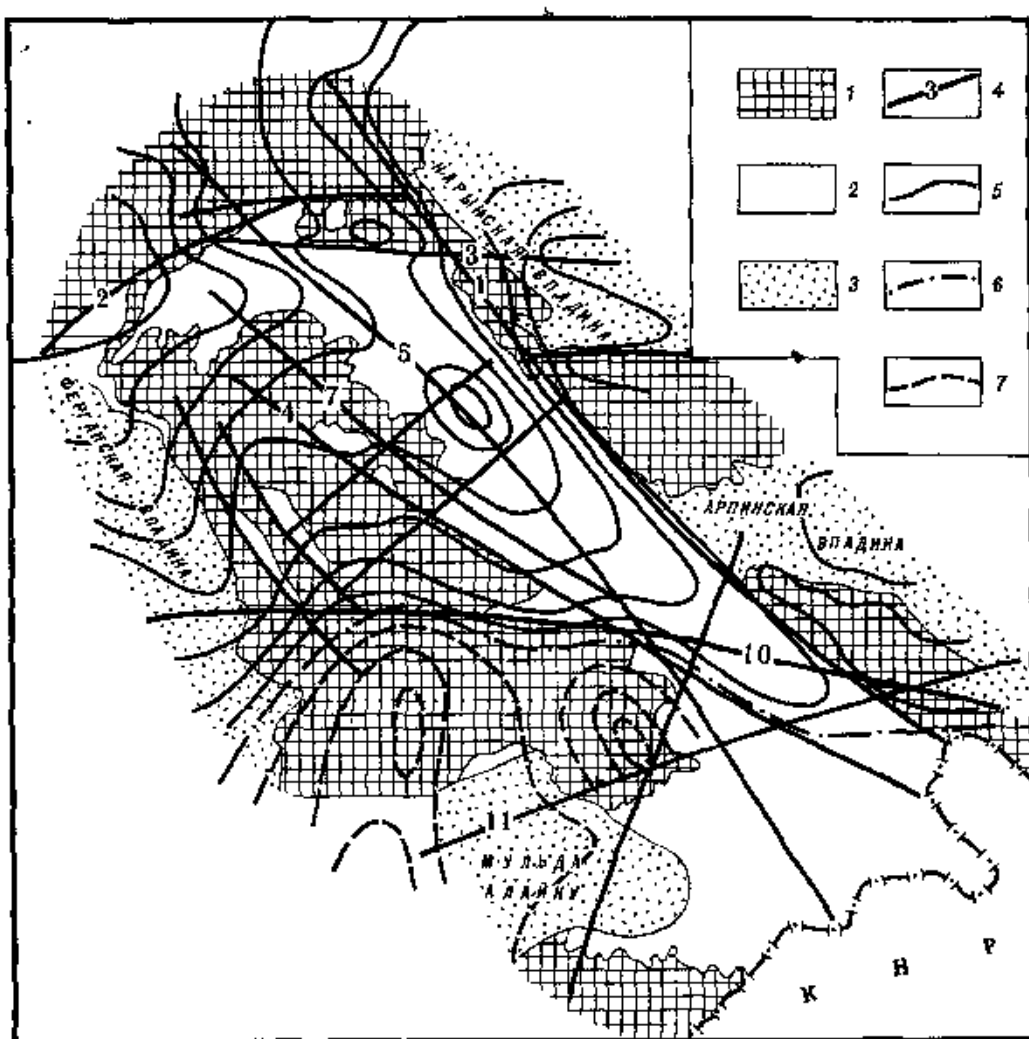


Рис. 172. Схема разломов фундамента Ферганского хребта

1—3 — отложения: 1 — палеозойские, 2 — юрские, 3 — меловые и более молодые; 4 — зоны разрывов в фундаменте (их названия см. на рис. 171); 5—7 — изолинии силы тяжести в редукции Буге: 5 — отрицательные, 6 — нулевые, 7 — положительные

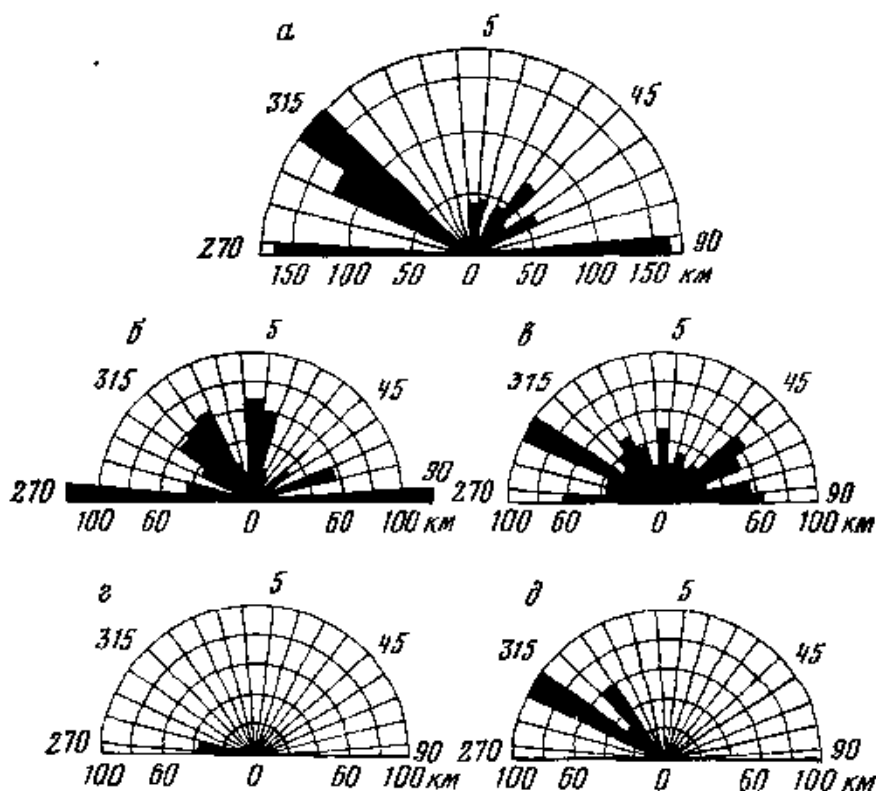


Рис. 173. Диаграммы ориентировки тектонических структур в северной части Ферганского хребта

а — зоны разрывов в фундаменте по всему району; б — разрывные нарушения в юрских отложениях междуречья Карагаш—Каратюбе; в — то же, для междуречья Каратюбе—Чавай; г — оси складок II порядка в юрских отложениях междуречья Карагаш—Каратюбе; д — то же, для междуречья Каратюбе—Чавай; по радиусу диаграмм отложена суммарная длина соответствующих структур (в км)

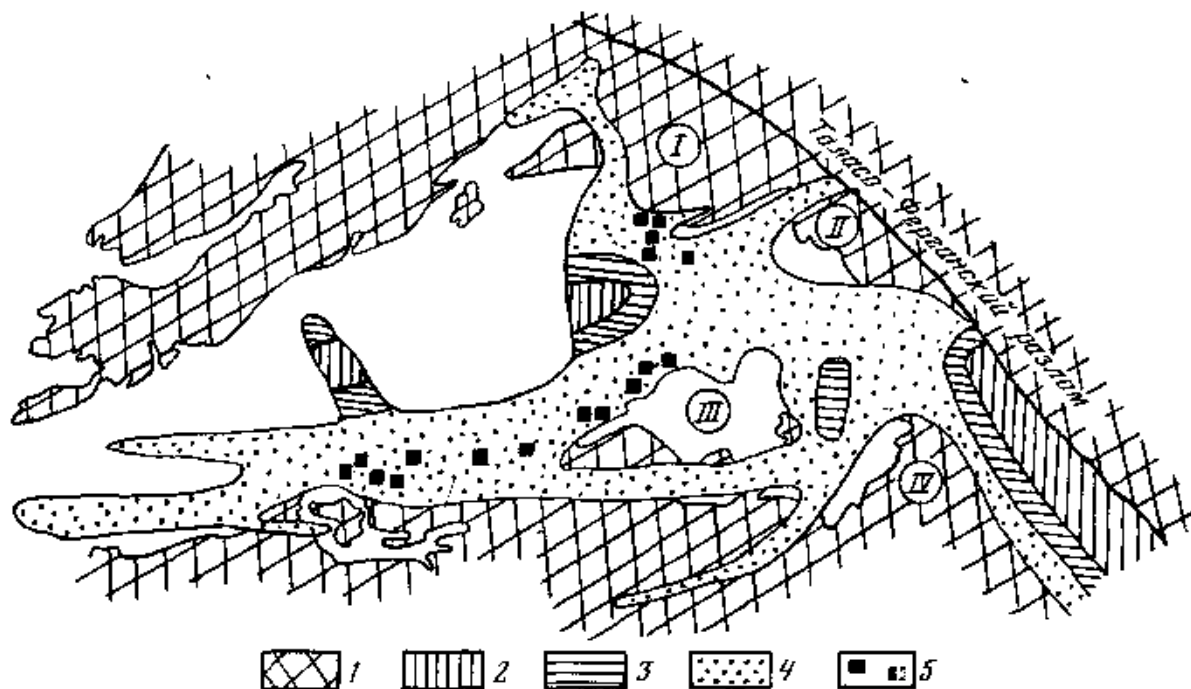


Рис. 174. Схема палеотемпературных зон юрских отложений Ферганы

1 — палеозойские отложения; 2—4 — юрские отложения с палеотемпературами преобразования (в °С): 2 — более 250, 3 — 250—200, 4 — 200—100; 5 — разведочные площади. Поднятия фундамента (цифры в кружках): I — Баубашатинское, II — Восточно-Ферганское, III — Кара-атырское — Сугандинское, IV — Восточно-Алайское

мента и дислокациями юрских отложений подтверждается также усложнением складчатости в нижних горизонтах юрской толщи с образованием разнообразных при- и надразрывных складок.

Для оценки перспектив нефтегазоносности региона на основе замеров показателя отражения витринита из юрских отложений Ферганского хребта и интерпретации материалов по метаморфизму юрских углей Ферганской впадины [Пуанов и др., 1980; Гречишников, Флоренский, 1981] выделены палеотемпературные зоны (рис. 174).

Известно, что залежи нефти избирательно размещены в зонах осадочных пород, различных по палеотемпературам преобразования [Амосов и др., 1980]: юрские отложения Ферганской нефтегазоносной области относятся ко второй, третьей и четвертой зонам палеотемператур. Вторая зона характеризуется прогревом отложений свыше 250 °С: большая часть органиогенных флюидов мигрировала отсюда в менее высокотемпературные зоны, но оставшееся органическое вещество способно генерировать углеводороды (газы) при дальнейшем повышении температуры. В юрских отложениях эта зона прослеживается в полосе, примыкающей к Таласо-Ферганскому разлому (Ферганский хребет), и в центральных участках Ферганской впадины. Породы третьей (250—200 °С) зоны способны генерировать и сохранять углеводородные газы, которые могут здесь скапливаться при наличии ловушек. Эта зона сравнительно узкой полосой огибает высокотемпературную вторую зону и в Ферганском хребте, и в Ферганской впадине. Четвертая зона палеотемператур (200—100 °С) наиболее благоприятна не только для генерации, но и для аккумуляции углеводородов. Породы этой зоны широко распространены в составе юрских отложений Ферганской впадины, особенно в ее восточной части, где слагают обширные площади (см. рис. 174).

Перспективы обнаружения новых залежей нефти и газа в юрских отложениях Ферганской нефтегазоносной области следует связывать с ее восточной частью (Куршабский прогиб), где широко развиты юрские отложения четвертой зоны палеотемператур, наиболее благоприятной для аккумуляции и генерации нефти и газа, и куда могли мигрировать значительные массы углеводородов, образовавшиеся при метаморфизме юрских отложений Ферганского хребта и центральной части Ферганской впадины. Если учесть, что миграция углеводородов из юрского прогиба Ферганского хребта могла происходить не только в западном и северо-западном направлениях, но и в восточном, то правомерно предположение о возможной нефтегазоносности юрских и более молодых отложений в Нарынской, Арпинской и Алабукинской впадинах, примыкающих к Таласо-Ферганскому разлому. Миграция углеводородов из юрского прогиба Ферганского хребта в смежные впадины была возможна до начала неоген-четвертичного эпиплатформенного орогенеза, когда указанные структуры были связаны общим покровом платформен-

ного чехла. Итак, при постановке нефтегазопроисковых работ следует ориентироваться на выявление структурных ловушек, имеющих характер асимметричных глыбовых складок, морфология и размеры которых определяются характером движений блоков фундамента по разрывным зонам, а в выявлении и трассировании последних наиболее эффективно дешифрирование космических снимков в комплексе с традиционными геолого-геофизическими методами.

ПРЕДКАВКАЗСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Предкавказская нефтегазоносная провинция является одним из старейших нефтегазодобывающих районов Советского Союза. Несмотря на относительно хорошую изученность и значительную разведанность запасов нефти и газа в ее пределах, потенциальные возможности выявления новых нефтегазоносных месторождений до сих пор еще не исчерпаны, особенно по глубоким горизонтам осадочного чехла.

Предкавказье занимает большую часть Скифской плиты, которая расположена между герцинскими образованиями Донбасса — вала Карпинского и альпийским складчатым сооружением Большого Кавказа, что обусловило подвижный характер ее развития. Скифская плита сформировалась на юго-восточной окраине древней Восточно-Европейской платформы. В течение фанерозоя архейско-протерозойский фундамент плиты был раздроблен на отдельные глыбы, между которыми в герцинскую и киммерийскую эпохи возникали протяженные, но сравнительно узкие прогибы, где осадки местами испытали складчатость и метаморфизм. В альпийскую эпоху на границе со складчатым сооружением Большого Кавказа образовались краевые Азово-Кубанский и Терско-Каспийский прогибы, разделенные поперечной зоной поднятий (Адыгейско-Карачаевский краевой массив). Структура фундамента четко отражается в распределении магнитного и гравитационного полей: для массивов характерно мозаичное распределение геофизических аномалий, складчатые зоны отличаются линейным характером их распределения. Глубины залегания фундамента меняются в значительных пределах. Имеются области неглубокого (менее 1 км) его залегания — Азовский, Адыгейский и Минераловодский выступы; несколько большие глубины отмечаются на Ставропольском своде. Наблюдается погружение фундамента в пределах Маньчского прогиба и особенно Донбасса — вала Карпинского. Наибольшими глубинами (более 12 км) залегания характеризуются Азово-Кубанский и Терско-Каспийский прогибы.

К настоящему времени в Предкавказье выявлены месторождения нефти и газа в осадочном чехле от плиоцена до триаса включительно. Распределение месторождений по территории и их приуроченность к определенным тектоническим элементам характеризуются значительной неравномерностью. Так, основные зоны нефтегазонакопления приурочены к крупным положительным структурам; во впадинах большинство их тяготеет к бортовым, в меньшей степени к центральным частям. В краевых прогибах большее число месторождений сосредоточено вдоль складчатых бортов, меньшее — в осевых частях и на платформенных бортах. На размещение месторождений значительное влияние оказывает разрывная тектоника.

В целях детализации глубинного строения Предкавказья в комплексе с геолого-геофизическими материалами широко использовались космические снимки (рис. 175). Для Предкавказья характерна высокая (порядка 70—80%) сходимость результатов дешифрирования линеаментов и выделенных геолого-геофизическими методами тектонических нарушений. Наиболее четко линеаменты совпадают с разломами в фундаменте, а также в складчатых или параплатформенных палеозойских комплексах, выделяемых по распределению гравитационного и магнитного полей по данным сейсморазведки (ГСЗ, КМПВ и др.). При расшифровке геологической природы выявленных линеаментов необходимо также учитывать, что в большинстве своем они соответствуют разломам, активизировавшимся в новейшее время, в частности зонам растяжения, трещиноватости или малоамплитудным нарушениям, которые не всегда устанавливаются геолого-геофизическими методами. Особенно хорошо видны на космических снимках нарушения, имеющие в плане прямолинейную форму и вертикальную плоскость смещения.

На севере Скифской плиты, южнее вала Карпинского, протягивается субширотный Маньчский прогиб, вдоль которого прослеживается широкая зона линеаментов (см. рис. 175, 1), характеризующаяся осветленным фототонном. Линеаменты выделяются по рисунку гидросети, уступам рельефа, фототоновым различиям и, по-видимому, отражают субширотные разломы, которые ограничивают с юга и севера Маньчский прогиб. В пределах прогиба отмечается приуроченность продуктивных погребенных поднятий

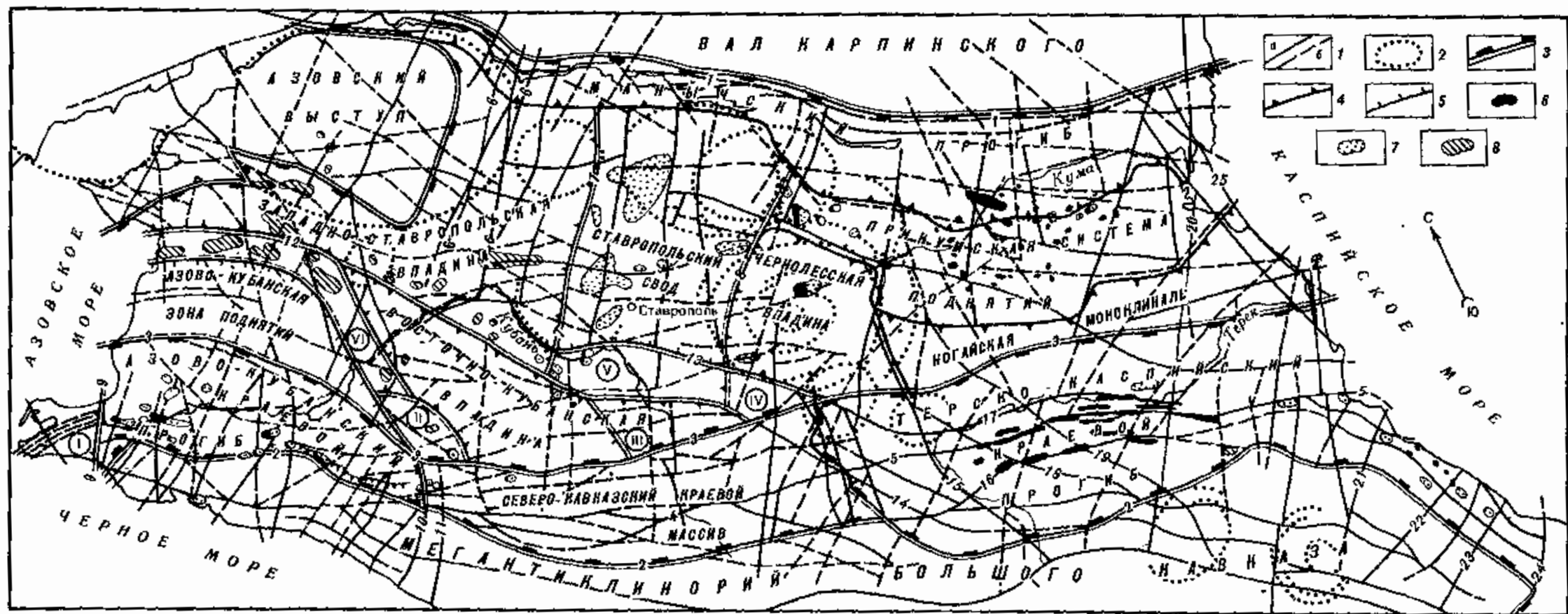


Рис. 175. Схема дешифрирования космических снимков и основных геоструктурных элементов Предкавказья

1 — линеаменты, выделяемые: а — уверенно, б — менее уверенно; 2 — кольцевые фотоаномалии; 3—5 — границы структурных элементов: 3 — I порядка, 4 — II порядка, 5 — прочие; 6—8 — месторождения: 6 — нефтяные, 7 — газовые, 8 — газоконденсатные.

Цифрами на схеме обозначены: структурные элементы: I — Керченско-Таманский прогиб, II — Адыгейский (Майкопский) выступ, III — Беломечетский прогиб, IV — Минераловодский выступ, V — Армави́ро-Невинномысский вал, VI — Каневско-Бережанский

вал; линеаменты, отражающие глубинные разломы: 1 — Манычский, 2 — Ахтырско-Пшекиш-Тырнауаско-Владикавказский, 3 — Новотитаровско-Черкесско-Терско-Каспийский, 4 — Срединный, 5 — Терский, 6 — Сальские, 7 — Западно-Ставропольский, 8 — Восточно-Ставропольский, 9 — Кальмиус-Джигинский, 10 — Цицинский, 11 — Курджипский, 12 — Бейсугский, 13 — Невинномысский, 14 — Нальчикский, 15 — Ардонский, 16 — Суиженский, 17 — Моздокский, 18 — Датыхско-Ахловский, 19 — Аргуно-Эльдаровский, 20 — Гудермесский, 21 — Карабудахкентский, 22 — Гамриозеньский, 23 — Дербентский, 24 — Самурский, 25 — Каспийский

к пермо-триасовым отложениям и разрывным нарушениям субширотного простирания, причем часто залежи располагаются на участках пересечения этих разломов с субмеридиональными — северо-восточными.

Южным ограничением Скифской плиты, отделяющим ее от мегантиклинория Большого Кавказа, является Ахтырско-Пшекиш-Тырныаузско-Владикавказская шовная зона (2), которой соответствует субширотная зона линеаментов, выраженная практически полным набором как прямых, так и косвенных дешифровочных признаков.

На северо-западе плиты расположен Азовский выступ, представляющий собой восточное погруженное продолжение Украинского щита. На юге его ограничением является система сбросов, которая на космических снимках прослеживается фрагментарно. В восточном направлении Азовский выступ ступенчато погружается по серии субмеридиональных Сальских разломов (6), отчетливо выраженных системой линеаментов вплоть до среднего течения р. Кубани. Восточнее располагается Ставропольский свод, который входит в «антикавказскую» поперечную систему поднятий. Наряду с этим Ставропольский свод является частью крупной зоны относительно приподнятых блоков, прослеживающихся от Украинского щита, Азовского выступа через Прикумскую систему поднятий, Среднекаспийский погруженный массив, Карабогазский свод на восток, к Каракумскому своду Туранской плиты. Эта зона соответствует, вероятно, массивам древней (архейской) консолидации. Ставропольский свод с запада и востока ограничен субмеридиональными разломами (7, 8), вдоль которых четко дешифрируются линеаменты, выраженные резкой сменой фототона; кроме того, Западно-Ставропольский разлом хорошо фиксируется изгибами гидросети, а в северной своей части подчеркивается рисунком временных водотоков и микроформами рельефа. Восточно-Ставропольский разлом выделяется менее четко, особенно в своей южной части. Наряду с ограничивающими разломами в пределах Ставропольского свода наблюдается ортогональная сеть разломов, которым соответствуют отдельные линеаменты. Субмеридиональные линеаменты приурочены, вероятно, к наиболее древним разломам, активизировавшимся на неотектоническом этапе развития. Они отражают докембрийскую тектоническую зональность, что, в частности, подтверждается особенностями распределения магнитных аномалий. Субширотные и северо-западные линеаменты в пределах Предкавказья связаны, видимо, с разломами, заложенными в герцинский и альпийский этапы развития. Для Ставропольского свода отмечается мозаичное расположение газовых залежей, приуроченных в основном к кайнозойским отложениям (хадумский горизонт) и отчасти к мезозойским (нижнемеловым в пределах склонов свода). Такое размещение месторождений обусловлено блоковыми подвижками, происходившими по разноориентированным разломам.

На юге Ставропольского свода отчетливо выделяется Армави́ро-Невинномысский вал, которому соответствует герцинский грабен, заполненный молассой и осложненный интрузиями гранитоидов, группирующихся в две цепочки северо-западного простирания. По данным дешифрирования и геолого-геофизическим материалам, юго-восточное продолжение грабена связано с зоной Датыхско-Ахловского разлома (18), которая прослеживается в виде протяженного линеамента.

Южнее Ставропольского свода, в пределах зоны поперечного поднятия, расположен Адыгейско-Карачаевский (Северо-Кавказский) краевой массив. На севере он ограничен Черкесским разломом (3), хорошо выраженным широкой зоной линеаментов, четко дешифрируемых по фототону, рельефу, гидросети, растительности. Западным его продолжением, по-видимому, является Новотитаровский разлом (3), а на востоке после соединения с Невинномысским разломом (13) он известен как Терско-Каспийский разлом (3). С юга краевой массив ограничен Пшекиш-Тырныаузской шовной зоной, которая прослеживается на восток в пределы Терско-Каспийского краевого прогиба до р. Урух, а далее раздваивается на северную, Сунженскую (16), и южную, Владикавказскую (2), ветви; основным продолжением является, вероятно, южная ветвь. На западе Пшекиш-Тырныаузская шовная зона срезается системой субмеридиональных разломов (10, 11); по данным дешифрирования, ее возможным продолжением служит Ахтырская шовная зона (2). Эти крупнейшие зоны разломов, выраженные системами линеаментов, представляют собой северное (Новотитаровско-Черкесско-Терско-Каспийский разломы) и южное (Ахтырско-Пшекиш-Тырныаузско-Владикавказская шовная зона) ограничения системы краевых прогибов и массивов. На востоке Северо-Кавказский краевой массив отделяется от Терско-Каспийского краевого прогиба системой субмеридиональных и северо-западных разломов. Для этого массива характерно развитие большого числа субмеридиональных и северо-восточных разломов, подтверждаемых результатами дешифрирования, активных в мезозойское, а также в новейшее время. Протяженные

субширотные и северо-западные зоны линеаментов отвечают, вероятно, долгоживущим разломам байкальского—герцинского заложения, например Срединному (4), вероятно отделявшему герцинскую эвгеосинклиналь Передового хребта от субплатформенной области. На северо-западе и северо-востоке краевого массива выделяются Адыгейский (Майкопский) и Минераловодский выступы. Структура Адыгейского выступа контролирует ряд газоконденсатных и нефтяных месторождений в меловых и верхнеюрских отложениях.

К востоку от Ставропольского свода расположена Прикумская система поднятий, которая отделяется от свода субмеридиональными разломами, четко выраженными на космических снимках. На севере Прикумская система поднятий вдоль субширотных и северо-западных сбросов граничит с Манычским прогибом, а на юге, плавно погружаясь, переходит в Ногайскую моноклинали, ограниченную Терско-Каспийским разломом. Для Прикумской системы поднятий и Ногайской моноклинали характерно развитие диагональной системы линеаментов, большая часть из которых отражает разломы, активные в пермо-триасовую, позднеюрскую и олигоцен-миоценовую эпохи. В пределах системы поднятий залежи нефти и газа приурочены к триасовым, юрским, нижнемеловым и в ряде случаев к верхнемеловым отложениям и тяготеют к зонам тектонических нарушений.

К югу от Азовского выступа располагается Каневско-Березанский инверсионный киммерийский грабен. На космических снимках он выделяется слабо, за исключением своей западной части, где его северному ограничению соответствует зона субширотных линеаментов, уходящих на юго-восток вдоль восточного борта Восточно-Кубанской впадины к Нальчикскому разлому (Бейсугско-Невинномысско-Нальчикская система разломов — 12, 13, 14). Вдоль Каневско-Березанского вала разведано несколько газоконденсатных месторождений, приуроченных к ловушкам в базальных песчаниках апт-альба и в аргиллитах складчатого триаса.

Между Азовским выступом и Ставропольским сводом располагается Западно-Ставропольская впадина. В пределах впадины хорошо дешифрируется система Сальских субмеридиональных линеаментов; выделяются также субширотные линеаменты вдоль Расшеватского грабена, с которым связаны газоконденсатные месторождения, приуроченные к коре выветривания пермо-триаса и к отложениям нижнего мела. Южнее Западно-Ставропольской впадины расположена Восточно-Кубанская впадина, вдоль северо-восточного борта которой дешифрируется зона линеаментов, отвечающая крупному разлому северо-западного простирания, выделенному по геолого-геофизическим данным. Кроме того, выделяются линеаменты, соответствующие разломам, расчленяющим впадину. Прослеживается ряд субширотных линеаментов, отражающих, видимо, герцинский и мезозойский структурные планы, особенно в южной части впадины. Известные газоконденсатные месторождения в пределах впадины имеют в основном изометричную форму, приурочены к юрским и меловым отложениям и отличаются неравномерным характером размещения. Они расположены как вдоль бортов впадины, так и в ее центральной части.

По данным дешифрирования, в восточной части Чернолесской впадины выделяется субмеридиональный разлом, который на юге раздваивается на Ардонскую (15) и Датыхско-Ахловскую (18) ветви. Этот разлом, вероятно, отделяет впадину от Ногайской моноклинали. Чернолесской впадине соответствует огромная, диаметром около 100 км, кольцевая фотоаномалия, выделяемая на черно-белых снимках главным образом кольцеобразным рисунком гидросети.

На юго-западе Предкавказья расположен Азово-Кубанский краевой прогиб, ограниченный на севере Новотитаровским разломом (3), а на юге Ахтырской шовной зоной (2), вдоль которой известны многочисленные залежи нефти и газа в верхнеюрских и палеоген-миоценовых отложениях. На крайнем западе краевого прогиба по геолого-геофизическим материалам и результатам дешифрирования выделяется Кальмиус-Джигинский разлом (9), являющийся восточной границей зоны длительного прогибания Керченско-Таманского межпериклиналиного прогиба. На космических снимках структура Таманского полуострова дешифрируется очень детально: на снимках масштаба 1 : 1 000 000 выделяются не только все антиклинальные зоны, но и отдельные мелкие локальные поднятия. Обращает на себя внимание большое количество северо-восточных и субмеридиональных линеаментов, отражающих, вероятно, древний структурный план.

На востоке расположен Терско-Каспийский краевой прогиб, ограниченный Терско-Каспийским и Владикавказским разломами. В прогибе по геофизическим данным и материалам дешифрирования прослеживаются крупнейшие зоны субширотных линеаментов,

соответствующие Терской и Сунженской надразломным антиклинальным зонам (5,16). Намечается четкая приуроченность нефтяных месторождений к этим линейным зонам, причем залежи вскрыты в надсолевых верхнеюрских, меловых и среднемиоценовых (чокракско-караганских) отложениях. На космических снимках выделяются Моздокский, Терский, Сунженский и другие линеаменты. Кроме продольных, четко выделяются линеаменты, соответствующие поперечным разломам, обусловившим сложную структуру прогиба. В целом для краевых прогибов и массивов Предкавказья характерно то, что положение нефтяных и газовых месторождений контролируется субширотными и северо-западными шовными зонами и разломами (2, 5, 16, 17 и др.).

В пределах Дагестанского клина дешифрируются субмеридиональные зоны трещиноватости, связанные, видимо, с ростом поперечного поднятия клина в альпийскую позднеорогенную стадию. Кроме того, выделяется Каспийская система линеаментов (25), обусловившая, вероятно, северо-северо-западную ориентировку Каспийского побережья и прослеживающаяся на север в пределы вала Карпинского.

Комплексный анализ геолого-геофизических и дистанционных материалов позволяет говорить о том, что субмеридиональные и северо-восточные тектонические простирания отражают главным образом древнейший добайкальский структурный план фундамента Предкавказья, а северо-западные и субширотные отвечают в основном герцинской и альпийской тектонической зональности. Северо-восточные и субмеридиональные тектонические зоны претерпели активизацию на новейшем тектоническом этапе. Следует также отметить, что большинство месторождений нефти и газа тяготеет к узлам пересечения разломов.

Таким образом, дешифрирование космических снимков Предкавказской нефтегазональной провинции дает новую дополнительную информацию, позволяющую уточнить, а в ряде случаев наметить новые зоны тектонических нарушений, а также более уверенно судить об общем структурном плане осадочного чехла, положении геоструктурных элементов и их границах. Размещение скоплений углеводородов зависит от структурного плана, тектонических нарушений и неотектонических движений; поэтому дистанционные исследования, уточняющие особенности тектоники, играют важную роль при нефтегеологическом районировании перспективных территорий. Выявление и уточнение планового положения тектонических нарушений, проведенные с использованием дистанционной информации в комплексе с геолого-геофизическими материалами, имеют важное значение еще и потому, что в настоящее время необходимо уделять значительное внимание поискам скоплений углеводородов, связанных не только с антиклинальными, но и с неструктурными ловушками, приуроченными к региональным зонам несогласия.

ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Ландшафтно-индикационные признаки глубинной структуры

Анализ геологической информативности космических снимков Западно-Сибирской нефтегазональной провинции различных уровней генерализации проводится с позиций ландшафтно-индикационного подхода и затрагивает вопросы их комплексного использования в целях организации рационального поиска локальных структур в малоизученных районах. Результаты дешифрирования космических снимков выявляют сложную картину современного перекрестного плана структуры Западно-Сибирской плиты, отмечаемую многочисленными авторами [Геологическое..., 1971; Астахов, Ероменко, 1976, 1978; Макаров, Соловьева, 1976; Соловьева и др., 1976; Рудкевич, Смирнов, 1977; Сурков, Жеро, 1977; Можаяев и др., 1978; Боровский и др., 1980; Космогеологическая..., 1980; Яншин, Зятькова, 1980].

Фундамент плиты имеет сложное гетерогенное строение. Его формирование связывают с байкальской, салаирской, каледонской и герцинской фазами тектогенеза [Геологическое..., 1971; Рудкевич, Смирнов, 1977; Сурков, Жеро, 1977].

Сравнительный анализ структурных карт подошвы платформенного чехла показывает, что тип его деформаций определяется унаследованным развитием преимущественно субмеридиональных структур фундамента. Отличительной чертой юрского структурного плана (отражающий горизонт «Б») является более отчетливая изометричность очертаний региональных и локальных структур, а также появление субширотных элементов. Разрывные нарушения фундамента отражаются в чехле как флексурные линейные зоны.

Постепенное выполаживание конседиментационно развивающихся структур вверх по разрезу, проявляющееся в уменьшении мощности чехла в сводах поднятий и в ее увели-

чении в сопряженных прогибах, сочетается с постепенным возрастанием роли субширотного простираения в верхних горизонтах осадочного чехла.

О неоген-четвертичных преобразованиях структурного плана Западно-Сибирской плиты нагляднее всего свидетельствуют карты новейшей тектоники. Они фиксируют коренные изменения в характере тектонического развития территории, проявившиеся в резком усилении роли субширотных структурных элементов.

Особое значение субширотных элементов в строении современного рельефа плиты впервые установил Ю. А. Мещеряков [1972], который выделил две сопряженные «волны» (системы поднятий и прогибов) меридионального и субширотного простираений. Идея существования перекрестного структурного плана чехла Западно-Сибирской плиты получила дальнейшее развитие в ряде работ А. Н. Ласточкина [1973 и др.], в которых он рассматривает широтные зоны положительных и отрицательных деформаций как поперечные по отношению к продольным субмеридиональным. По его мнению, волнообразно-колебательные движения определили орографический план региона, элементы которого образуют решетчатый рисунок с четырьмя главными направлениями — меридиональным, широтным, северо-восточным и северо-западным. Новейший структурный (морфоструктурный) план построен по принципу тектонической решетки со взаимопересекающимися малоамплитудными меридиональными и широтными зонами поднятий и прогибов.

Ландшафтно-индикационный подход к дешифрированию космических снимков базируется на методологических основах структурно-геоморфологического анализа, заложенных в трудах В. Пенка, В. Девиса, Ю. А. Мещерякова, С. С. Шульца и др. Школой структурной геоморфологии установлено, что объекты земной поверхности — это прежде всего тектонические и неотектонические структуры, представляющие собой результат всей истории геологического развития континентов и запечатленные в облике рельефа и ландшафта в целом.

Структурно-геоморфологический анализ предусматривает комплексное использование геологических и геофизических материалов [Основы..., 1978]. Сопоставление результатов дешифрирования приповерхностной тектонической структуры со структурными картами глубинных горизонтов чехла и фундамента позволяет проследить сложную картину перестройки структурного плана региона на новейшем этапе тектонического развития, что имеет большое значение при оценке нефтегазоносности.

Дешифрирование разномасштабных космических снимков ведется от общего к частному. Вначале по мелкомасштабным (континентальным) снимкам анализируются общие черты ландшафтно-геоморфологического строения, отражающие основные закономерности региональной тектонической структуры. Дальнейшее дешифрирование по среднемасштабным (региональным и локальным) снимкам морфологических элементов ландшафта и анализ направленности их развития позволяют выявлять и картировать локальные структурные элементы. При этом площадные и линейные элементы анализируются совместно, в неразрывной генетической связи. Результаты дешифрирования фиксируются в виде ландшафтно-индикационных карт или схем.

Выявленные по космическим снимкам структурно-геоморфологические элементы отражают сложную, итоговую картину приповерхностной новейшей тектонической структуры — разрывных и складчатых разнопорядковых деформаций осадочного чехла, которые возникли в результате активного воздействия деформаций фундамента, играющих роль штампов, различных по масштабу и конфигурации [Бронгулеев, Воробьев, 1976].

Изучение нами глубинного строения плиты по данным структурно-геоморфологического анализа космических снимков основывается на представлении о перекрестном структурном плане платформенного чехла плиты, а также об унаследованном характере его новейших деформаций. Определив знак движения зон тех или иных направлений, нетрудно установить, что устойчивые унаследованно развивающиеся структуры, вероятнее всего, должны принадлежать к участкам, лежащим на пересечении зон одного знака. Структуры, расположенные в пределах прочих участков, могут характеризоваться перестройкой основных направлений, возможной абсолютной или относительной сменой знака движений или их относительной интенсивности.

Сопоставление полученных материалов дешифрирования со структурными картами чехла подтвердило, что к участкам пересечения зон положительных знаков относятся наиболее высокие отметки отражающего горизонта, а к пересечению зон отрицательных знаков — наиболее пониженные. Поэтому, стремясь по данным дешифрирования определить наиболее высокоамплитудные участки (своды структур) нижних горизонтов

чехла, мы отдаем предпочтение наиболее выразительным участкам новейших поднятий, принадлежащим к нескольким пересекающимся зонам поднятий. Предложенная ключевая матрица, по-видимому, может быть использована и при построении других рабочих моделей, например модели прогноза погребенной структуры палеозойских комплексов плиты.

Геологическая интерпретация данных, полученных со снимков низкого разрешения, используется для районирования поля локальных структур по их приуроченности к элементам новейшей региональной структуры: сводам поднятий, их склонам и периклиналям, сопряженным впадинам, флексурно-разрывным зонам и т. п.

С точки зрения изученных в настоящее время неотектонических факторов, влияющих на процессы накопления, сохранности и миграции углеводородов [Конторович и др., 1975], названные выше региональные структурные элементы весьма существенно различаются между собой. Вследствие этого принадлежащие к ним локальные структуры могут иметь различные поисковые перспективы. На основе хорошо изученных эталонных участков могут быть сделаны соответствующие прогнозы для малоизученных территорий.

На космических снимках рельеф изученного региона через посредство гидрогеологических факторов предопределяет — ослабляет или усиливает — роль растительности в формировании изображения. Он контролирует границы ее распространения и создает предпосылки для развития тех или иных видов.

При дешифрировании мелко- и среднемасштабных космических снимков установлено, что геологически наиболее информативны снимки зимние или позднесенние. Это объясняется тем, что снежный покров, сглаживая детали местности, усиливает контрастность изображения границ хвойных высокоствольных лесов, развитых на возвышенностях, и травянисто-низкокустарничковых заболоченных низин с озерно-болотными ландшафтами и тем самым подчеркивает ведущие ландшафтно-геоморфологические элементы.

Контуры светлого фототона отвечают площадям преимущественного развития аккумулятивного рельефа позднелайстоценового — раннеголоценового возраста, представляющего собой низкий, самый молодой геоморфологический уровень. Участки темного фототона соответствуют аккумулятивно-эрозионному рельефу верхних, более древних геоморфологических уровней ранне-среднелайстоценового возраста, испытывающих эрозионное расчленение преимущественно со второй половины четвертичного периода. Иначе говоря, фототон служит надежным индикатором направленности современных процессов геологического развития структур плиты: поля темного фототона, отвечающие аккумулятивно-эрозионному рельефу, однозначно указывают на положительные морфоструктуры, т. е. на современные антеклизы, валы, своды, купола и др. Напротив, различные оттенки светлого фототона (с учетом проявления широтной зональности) отвечают низменным аккумулятивным равнинам и соответственно современным структурам с нисходящей направленностью движений — синеклизам, мульдам, прогибам и др.

Среди снимков локального и детального уровней генерализации наиболее информативны летние снимки, на которых опознаются мельчайшие элементы ландшафта. Их высокое разрешение позволяет дешифрировать особенности морфологии долин самых высоких порядков, выделять различные типы озер и болот, картировать растительные ассоциации и их границы. В результате по ним можно проследить особенности динамики современных экзогенных процессов [Кострюков, 1969; Орлов, 1975], анализ которой выявляет структурно-тектонические элементы высоких порядков и, что особенно важно, локальные структуры.

Результаты геологического дешифрирования масштабного ряда космических снимков рассмотрены на примере правобережья Широтной Оби, занимающего центральную часть Западно-Сибирской плиты.

Зимний снимок со спутника «Метеор-25» (рис. 176) наглядно иллюстрирует сложную картину ландшафтно-геоморфологического строения плиты. Обращают на себя внимание неповторимое разнообразие рисунка изображения и резкие контрасты фототона. Последние указывают на относительно высокую дифференцированность рельефа, свидетельствующую об активности неотектонических движений. Особенно контрастно выделяются на снимке долины рек Оби, Енисея, Агана, Ваха, Казыма, отличающиеся почти параллельными очертаниями бортов. Они вписываются в системы протяженных линейментов, так что последние являются не только их продольными, но и поперечными ограничениями. Столь очевидная тектоническая обусловленность формы долин дала основание рассматривать их как долины-грабены, развитые по крупнейшим тектоническим швам. Грабены Енисея, Нижней, Широтной и Средней Оби являются границами крупнейших тектонических блоков.

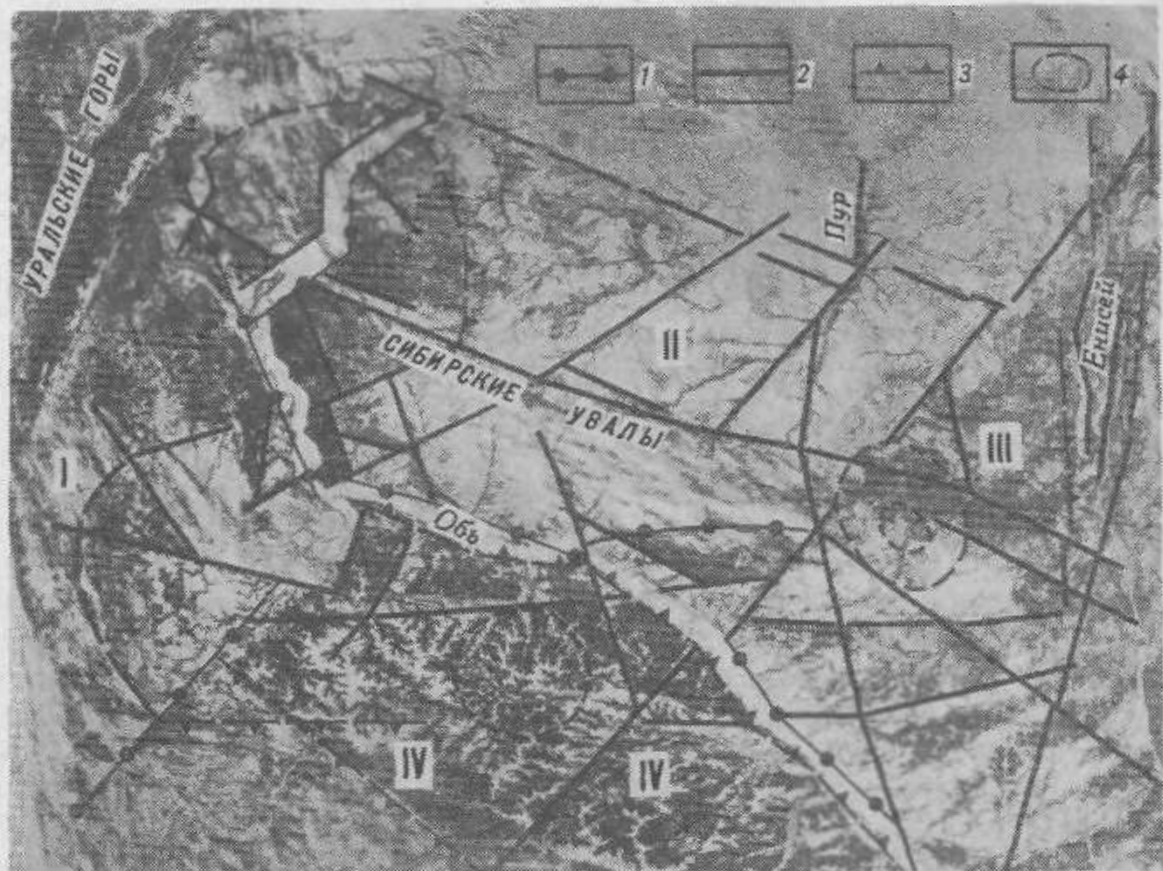


Рис. 176. Мелкомасштабное космическое изображение Западной Сибири, полученное со спутника «Метеор-25» 23 февраля 1977 г., с нанесенными на него основными геолого-структурными элементами. Спектральный диапазон 0,8—1,1 мкм

1 — линеаменты — границы блоков I порядка: I — Приуральский, II — Центральный, III — Приенисейский, IV — Южный; 2 — линеаменты; 3 — структуры центрального типа; 4 — сводовые поднятия (новейшие антеклизы)

Высокая информативность снимков «Метеор» позволяет выделить в пределах общих контуров, намеченных на рис. 176, более детальные линейные, кольцевые и площадные объекты, получившие отражение на Космогеологической карте линейных и кольцевых структур территории СССР [1980]. Приуроченность границ разного фототона к протяженным линеаментам свидетельствует о том, что основные черты структурного плана обусловлены положением крупнейших зон разрывных нарушений. Согласно общепринятой точке зрения о складчато-блоковой структуре земной коры выделенные по снимкам площадные объекты рассматриваются как блоки I и II порядков. Границы блоков с различными уклонами поверхности неизбежно используются как предпочтительные пути линейного стока и нередко совпадают с долинами крупных рек.

В условиях аккумулятивных равнин линеаменты проявляются на земной поверхности как флексурно-трещинные зоны, по которым реализуются изгибы слоев, происходящие без видимых вертикальных и тем более горизонтальных смещений. В нижних горизонтах чехла они преобразуются во флексурно-разрывные зоны, а на уровне фундамента нередко представляют собой разломы значительной вертикальной амплитуды [Космогеологическая..., 1980].

В пределах Западно-Сибирской плиты выделены четыре блока I порядка, которые, в свою очередь, подразделяются на ряд подчиненных блоков, различающихся по фототону и рисунку изображения. Будучи частями крупных блоков, они в то же время подчиняются внутрорегиональному, более детальному тектоническому каркасу — канве более мелких линеаментов преимущественно субширотного и субмеридионального простираний, как правило не выходящих за пределы основных блоков.

Приуральский блок (см. рис. 176, I) ограничен с запада разломом, проявленным в рельефе уступом, служащим восточной границей современного поднятия Урала. Восточная граница блока, по-видимому, отвечает системам разломов, к которым приурочены долины рек Оби (от Салехарда до Ханты-Мансийска), Иртыша и Тобола. Эти ныне тектонически активные разломы являются фрагментами трансрегиональных зон и на отдельных отрезках проявлены в структуре фундамента.

В целом Приуральский блок является поднятым блоком. Разрывы широтного и северо-западного простираний, разбивающие его на ряд второстепенных блоков и определяющие современный структурный план, в глубоких горизонтах чехла проявились как осложняющие. Разрывы северо-восточного простирания играют роль структуроконтро-

лирующих в чехле и фундаменте, а по отношению к современному структурному плану занимают секущее положение.

Центральный блок (см. рис. 17Б, II) расположен в центральной части плиты севернее широтного течения р. Оби вплоть до Обской губы. Его восточная граница проходит по сложной построенной зоне, параллельной долине р. Таз, северная — условно проводится по зоне северо-западного простирания, которая пересекает п-ов Ямал и Тазовский полуостров и прослеживается вдоль долины р. Таз. Южная граница, по-видимому, совпадает с разломом, трассирующимся вдоль широтного течения р. Оби, который, по геолого-геофизическим данным, проникает до верхних горизонтов мантии. В современной структуре граничные разломы трассируются либо по протяженным долинам, либо по уступообразным границам морфоструктурных элементов.

Центральный блок представляет собой отрицательную структуру, осложненную рядом положительных структурных элементов подчиненных порядков. Новейшие поднятия, как правило, тяготеют к тектоническим зонам субширотного, реже северо-западного простираний. Главной региональной структурой, обуславившей структурные особенности блока, является Сибирско-Увальское валоподобное поднятие, приуроченное к широтной зоне Транссибирского линеймента. К северу от него расположен моноклиналиный склон, обращенный к северу и осложненный рядом сводовых поднятий.

С севера на юг блок пересекает трансрегиональная структура субмеридионального простирания — Пурский линеймент. Он отвечает Пурскому грабелю, восточнее которого простирание структур фундамента изменяется с северо-восточного на субмеридиональное. В современной структуре Пурский линеймент не играет столь заметной роли.

По геолого-геофизическим данным, рельеф фундамента в пределах Центрального блока весьма неоднороден. Мощность чехла меняется от 9—10 км в глубоких впадинах вдоль зоны Пурского разлома до 3 км на отдельных выступах. При этом отмечается общая тенденция к погружению фундамента непосредственно севернее Транссибирского разлома.

В целом для Центрального блока характерна тенденция к унаследованному погружению, особенно северной его части. Древние структурные направления — северо-восточные и субмеридиональные — проявились в современной структуре как секущие зоны, а современные субширотные направления на уровне структур чехла и фундамента играют роль осложняющих.

Приенисейский блок (см. рис. 17Б, III) протягивается на север вдоль восточного края плиты до устья Енисея, на юге по системе разломов восток северо-восточного простирания примыкает к горным сооружениям Кузнецкого Алатау и Саян, а на востоке по системе субмеридиональных разломов граничит с Восточно-Сибирской платформой. На границе Восточно-Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты вдоль долины Енисея выделяется блок II порядка, представляющий собой грабенообразный протиб, конформный основным тектоническим направлениям прилегающей части блока. В геоморфологическом отношении протиб представляет собой впадину р. Енисея. В фундаменте и чехле эта структура не имеет корней, но и то же время наследует генеральное направление древнего структурного плана.

Приенисейский блок характеризуется преобладанием положительных современных структурных форм — крупнейших возвышенностей: Нижнеенисейской, Верхнетазовской и Кетско-Тымской.

Транссибирский разлом делит Приенисейский блок на две части: в северной части современный план подчиняется субмеридиональному и северо-восточному направлениям, в южной — восток-северо-восточному. Разломы этого направления разбивают южную часть блока на ряд восток-северо-восточно ориентированных, различно поднятых блоков подчиненных порядков. Кроме того, эта часть Приенисейского блока имеет региональный уклон на юго-запад, в сторону долины р. Оби, о чем свидетельствует характер ее притоков.

Рельеф фундамента Приенисейского блока очень сложен. На востоке выделяется резко градиентный, погружающийся к западу моноклиналиный склон. На остальной части расположены субмеридионально ориентированные, довольно контрастные поднятия и прогибы.

Соотношение современного структурного плана, структур чехла и фундамента блока, так же как и на большей части плиты, сложное и неоднозначное. Для северной половины блока характерна унаследованность современных структур, ориентированных в субмеридиональном направлении. При этом некоторые современные структуры имеют обращенный характер по отношению к структурам фундамента и чехла.

Южнее Транссибирского разлома современные восток-северо-восточно ориентированные поднятия и прогибы имеют наложенный характер по отношению к структурам чехла и фундамента, в то время как северо-западные и субмеридиональные направления, хорошо коррелирующиеся с основными структурными направлениями фундамента, в современной структуре проявляются как секущие зоны.

Южный блок (см. рис. 176, IV) имеет субширотную ориентировку и граничит с Приуральским, Центральным и Приенисейским блоками по системам разломов, трассируемых долинами Оби, Иртыша, Тобола. Все эти зоны прослежены, по геофизическим данным, в глубоких горизонтах литосферы [Космогеологическая..., 1980]. Сложное эрозионное расчленение поверхности блока свидетельствует об его относительно высоком стоянии по отношению к соседним блокам.

Разломами широтного и северо-восточного простираний Южный блок разбит на ряд мелких. Зона Пурского линеамента, проходящего по долине р. Васюган, делит его на два блока — западный и восточный. Западный блок отличается большей дробностью горизонтального расчленения.

Разрывные и складчатые структуры фундамента Южного блока имеют северо-западное простирание, секущее по отношению к основным элементам новейшей структуры, и проявлены в виде рассеянных трещинных зон.

Глубинные структуры северо-восточного простирания проявлены на земной поверхности в виде зон параллельных разломов и на отдельных отрезках служат границами блоков II порядка (Пурский грабен) или занимают секущее положение (Аганский грабен). Высокое положение фундамента, по-видимому, предопределило высокое стояние блока на новейшем тектоническом этапе. Однако основные структурные направления и морфология рельефа фундамента практически не наследуются современной структурой. Она характеризуется развитием ортогональной сети разрывов.

Кольцевые структуры Западно-Сибирской плиты по космическим снимкам «Метеор» дешифрируются как округлые, овальные участки аномального фотоизображения, обусловленные дугowymi элементами орогидрографии или дугowymi и кольцевыми полосами растительности. Эти структуры обладают достаточной масштабностью на местности и неразрывно связаны с региональными морфоструктурными элементами. Кольцевые структуры, выделяющиеся темным фототонем, отвечают, как правило, положительным морфоструктурам, расположенным в пределах возвышенностей Северо-Сосьвинской, Сибирско-Увальской, Васюганской, Ишимской и других, и составляют более половины всех выделенных. В низменных районах, отличающихся преобладанием светлого фототона, кольцевые структуры, исходя из ландшафтно-геоморфологических признаков, также являются положительными морфоструктурами, но менее амплитудными.

Кольцевых структур, представленных отрицательными формами рельефа, очень мало: одна — в пределах Кондинской низменности в устье Иртыша, другая — в верховье р. Пур.

Большинство структур характеризуется центральной симметрией, у наиболее контрастных удается выявить особенности внутреннего строения — внутренние концентры.

Отдешифрованные кольцевые структуры по размерам могут быть подразделены на три группы: с диаметром 300—250 км и более, 250—100 км и 100—50 км и менее.

В распределении кольцевых структур отмечается некоторая связь с крупнейшими линеаментами. Например, к широтному Транссибирскому линеamentу приурочен целый ряд разнопорядковых кольцевых структур [Космогеологическая..., 1980]. Особенно сложные соотношения кольцевых структур разных диаметров отмечены в участках пересечения зон крупнейших линеamentов, например в центре изученного района. Большинство кольцевых структур выступают как морфоструктуры высоких порядков — современные купола, своды в пределах обширных антеклиз.

Геологическая информативность снимков регионального уровня генерализации раскрывается на примере сканерных снимков среднего разрешения («Метеор-29») территории правобережья Широтной Оби. Эта площадь в структурном отношении принадлежит к Центральному и Приенисейскому блокам (рис. 177). Протяженные линеamentы распадаются на ряд составляющих. Среди площадных элементов по характеру изображения выделено несколько условных разновидностей, соответствующих основным морфологическим элементам ландшафта (см. рис. 176).

Морфографический анализ очертаний основных и боковых водоразделов, главных и второстепенных долин по их изображениям на космических снимках позволяет наметить в пределах Центрального блока целый ряд протяженных возвышенностей — поднятий и разделяющих их долин — прогибов. Наиболее выразительной, прослеживающейся

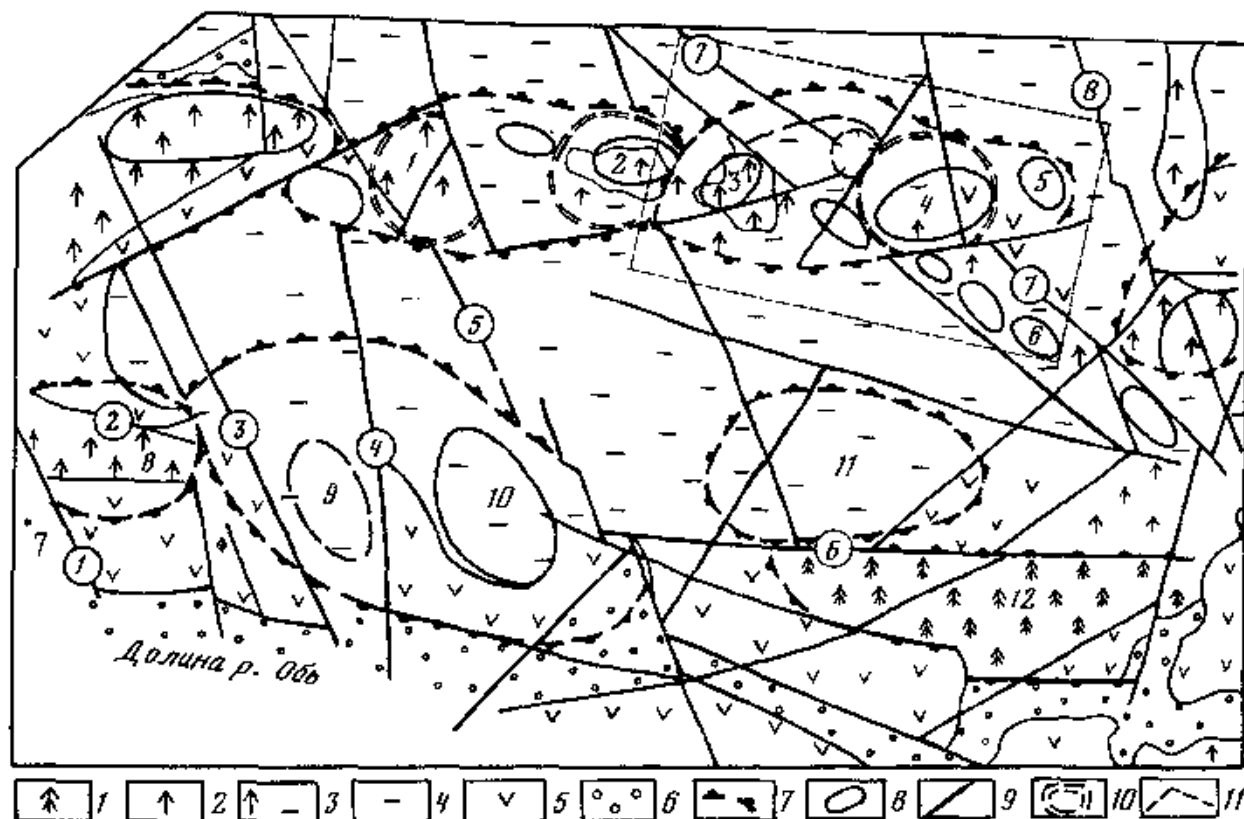


Рис. 177. Новейшая структура правобережья Оби по данным структурно-геоморфологического анализа зимних космических снимков среднего разрешения

Ландшафтно-геоморфологические элементы. 1—3 — полигенетические поверхности выравнивания древнего геоморфологического уровня рельефа: 1 — расчлененные, хорошо дренированные возвышенности среднетаежной зоны, 2 — всхолмленные, слабо залесенные возвышенности таежной зоны, 3 — заболоченные, слабо дренируемые возвышенности междуречий северотаежной зоны, 4, 5 — полигенетические поверхности выравнивания молодого геоморфологического уровня рельефа 4 — низинные озерно-болотные равнины бассейнов основных рек, 5 — то же, с эрозионным расчленением, 6 — современные (голоценовые) долины рек Структурно-геоморфологические (морфоструктурные) элементы 7 — обобщенные контуры субрегиональных поднятий и сопряженных понижений, 8 — своды новейших поднятий Сибирско-Увальской зоны: 1 — Перевального, 2 — Саймторского, 3 — Пограничного, 4 — Вэйгалурского, 5 — Яранверского, 6 — Тагринского; Правобережной зоны. 7 — Белогорского, 8 — Итьяхского, 9 — Ляминского, 10 — Сургутского, 11 — Ватьеган-Ампутинского, 12 — Черногорского, 9 — линеаменты и разломы (цифры в кружках) 1 — Белогорский, 2 — Итьяхский, 3 — Ляминский, 4 — Пимский, 5 — Тромьеганский, 6 — Аганский, 7 — Тагринский, 8 — Пурский, 10 — кольцевые структуры, 11 — границы рис 178

с запада на восток через всю территорию плиты является субширотная зона поднятий Сибирских Увалов, приуроченная к зоне Транссибирского линеамента. На западе, в пределах Приуральского блока, ей принадлежит субширотный северный водораздел — поднятие Белогорский материк, а на востоке, в пределах Приенисейского блока, — Верхнетазовская возвышенность. Севернее зоны Сибирских Увалов в пределах изученной площади выделяются еще две субширотные зоны поднятий, соответствующие боковым водоразделам притоков основных долин.

Южнее по правобережью р. Оби намечается протяженная субширотная Правобережная зона поднятий. Она охватывает обширные плоские водоразделы низовьев основных правых притоков Оби и Агана и отделена от Сибирских Увалов пологим понижением — Южно-Увальской зоной прогибов, которой соответствует полоса мелкоречья — субмеридионально ориентированных источников этих рек. Северным ограничением Правобережной зоны поднятий является протяженный субширотный линеамент, который вписывается в коленообразные изгибы мелких водотоков, сливающихся перед зоной поднятий в единые долины (см. рис. 177), южным ограничением — система прерывистых субширотных линеаментов, проходящих вдоль долин Оби и Ваха.

Субмеридиональные долины Енисея, Таза, Пура, Надыма позднплейстоценового — голоценового возраста интерпретируются как зоны прогибов, оконтуренные по границам осветленного фототона. Они прослеживаются на юг вплоть до Широтной Оби. На пимской, Пурской и Тазовской зонах прогибов соответствуют основные понижения (отрицательные ундуляции) зоны поднятий Сибирских Увалов, разделяющие их на самостоятельные изолированные звенья — кулисосопряженные поднятия. Водоразделы упомянутых рек интерпретируются как субмеридиональные зоны поднятий. На юге рассматриваемой территории им принадлежат наиболее возвышенные участки Сибирских Увалов, Сургутского и Вахского полесий.

Пересечения названных зон намечают ортогональную решетку, в которой наиболее возвышенные участки водоразделов приурочены к зонам поднятий или их пересечениям,

а наиболее пониженные — к пересечению зон прогибов. В новейшей тектонической структуре (см. рис. 177) ортогональная решетка осложнена проявлением диагональных элементов — линейных и площадных. Они проявляются в форме флексурно-разрывных зон, ограничивающих ортогональные элементы, и влияют на ориентировку локальных структур чехла. Конкретные примеры современного проявления структурных форм различных простираний в современной структуре поверхности фундамента и осадочного чехла показаны ниже, при описании особенностей региональной структуры правобережья Широкой Оби.

Сопоставление полученной морфоструктурной схемы со структурой отражающего горизонта «Б» (баженовская свита верхней юры) показывает, что Сибирско-Увальская зона поднятий субширотного простирания на фоне общего регионального уклона поверхности к северу объединяет ряд локальных поднятий горизонта «Б». К северу и югу от зоны поднятий располагается полоса понижений, причем минимальные из них характеризуют участки пересечения субширотных зон прогибов Северо-Увальской и Южно-Увальской с секущими линеаментами — Ляминским, Пимским, Тромъеганским, Пурским. Южно-Увальская субширотная зона прогибов — полоса «мелкоречья» — представляет собой флексурную, унаследованно развивающуюся зону. По горизонту «Б» относительно опущено северное крыло зоны; по кровле верхнего эоцена, напротив, опущено южное крыло.

Подобно Сибирско-Увальской, Правобережная зона поднятий подчиняет себе ряд крупных сводовых поднятий горизонта «Б»: Красноленинское, Сургутское, Вартовское, Александровское. Они отделены друг от друга понижениями, соответствующими зонам секущих линеаментов: Ляминского, Тромъеганского, Аганского, Пурского. При этом минимальные отметки днищ впадин принадлежат субширотной зоне прогибов, совпадающей с широтными отрезками долин Оби и Ваха (Обь-Вахская зона). В ландшафте к этим впадинам приурочены сдвоенные (смежные) устья или приустьевые участки долин крупнейших притоков Оби — Лямина и Пима, Тромъегана и Агана, Большого и Малого Югана.

Отмеченные совпадения глубинных и приповерхностных структурных элементов позволяют сделать заключение, что по региональным космическим снимкам могут быть выявлены основные черты глубинной региональной структуры осадочного чехла. Использование приемов структурно-геоморфологического анализа космических снимков позволяет также установить более детальные морфологические черты выделенных объектов.

Рассмотрим для примера особенности морфологии двух зон поднятий — Сибирско-Увальской и Правобережной (см. рис. 177). Сибирско-Увальская зона в пределах среднего звена, заключенного между Надым-Ляминской и Пурской зонами субмеридиональных понижений, состоит из трех кулисосопреженных поднятий овальной формы, ограниченных и осложненных линеаментами. В общей сложномозаичной структуре горизонта «Б» упомянутые кулисные поднятия объединяют в линейно ориентированные звенья группы локальных структур, названия которых использованы для наименования новейших поднятий. Например, контур выделенной по дешифрированию Перевально-Саймлорской субширотной кулисы включает две главные группы поднятий: западную — Перевальную и восточную — Саймлорскую, разделенные пологим понижением. Вторая субширотная кулиса объединяет три группы локальных структур: Пограничную, Вэнгапурскую и Яраинерскую. Третья кулиса Сибирско-Увальской зоны, отличающаяся северо-западной ориентировкой, образована эшелонированным рядом новейших поднятий, включающих Тагринскую локальную структуру горизонта «Б». Эта группа локальных поднятий тесно связана с одноименным линеamentом, соответствующим флексурно-разрывной зоне, которая прослеживается в обе стороны далеко за пределы Сибирских Увалов и контролирует ряд высокоамплитудных структур горизонта «Б», таких как Вэнгапурская, Тагринская, Северо-Секторская, Кытых-Яганская, Сабунская и др.

Подобно Сибирско-Увальской зоне поднятий, Правобережная зона состоит (в рамках рис. 177) из трех частей: западной, примыкающей к Белогорскому матерiku, средней — низменной Сургутской и восточной — возвышенной Аганской, относящейся к Приенисейскому блоку. Несмотря на существенное различие изображения на космических снимках (см. рис. 176), единый структурный каркас зоны подчеркивают контрастные субширотные линеamentы, которые ограничивают Итъяхское и Черногорское блоковые поднятия. Зона Итъяхского линеamenta продолжается на восток и контролирует расположение ряда локальных поднятий горизонта «Б»: Декабрьского, Верхнеляминского, Айнимского, Иглорского и др.

Западное звено Правобережной зоны поднятий представлено Белогорским материком — сложным неотектоническим поднятием (мегантклиналью). В нем выделяются собственно Белогорское горстообразное линейное поднятие, ограниченное одноименными линеаменами северо-западного простирания, и второе — Итъяхское поднятие субширотного простирания, свод которого, по-видимому, соответствует широтному горсту, обозначенному темным фототонем.

Среднее, Сургутское звено отделено от западного зоной Ляминского северо-западного линеамента и одновременно зоной субмеридионального Надым-Ляминского понижения, а от восточного звена — зоной Тромъеганского линеамента. Сургутское поднятие выражено на местности и на снимке плоским водоразделом с центробежным рисунком гидро-сети. Его свод асимметричен, северо-восточное крыло, прилегающее к Тромъеганскому линеamentу, более крутое, южное — пологое. Сургутское поднятие, одинаково выразительно представленное по горизонту «Б» и в новейшей структуре, является унаследованно развивающимся. В отличие от него Ляминское новейшее поднятие, имеющее сходное с ним проявление в ландшафте, по горизонту «Б» соответствует группе локальных поднятий, расположенных в пределах обширного Ляминского понижения, и на этом основании может рассматриваться как инверсионное. Оно представляет собой, по-видимому, периклиналь Сургутского поднятия в пределах субширотной зоны. Его крыло, прилегающее к Сургутскому поднятию, более крутое.

Восточное звено Правобережной зоны, заключенное между Тромъеганским и Пурским линеаменами, отличается сложным дифференцированным структурным планом. Главный его элемент — Черногорское поднятие. Его контур, обозначенный темным фототонем расчлененной возвышенности, контролируется системой субширотных и северо-восточных линеаментов. Последние относятся к протяженной активной зоне диагональных поднятий, осложняющей ортогональный план и контролирующей также простирание Александровского свода. По горизонту «Б» Черногорское поднятие отвечает южному крылу Нижневартовского свода.

Севернее, в пределах светлого фототона озерно-болотной равнины, по данным структурно-морфологического анализа выделено Тромъеган-Ампутинское поднятие, отделенное от Черногорского зоной Аганского линеамента. По горизонту «Б» эти структуры соответствуют северному крылу Нижневартовского свода (Ватъеганское поднятие). В новейшей структуре они принадлежат к разным блокам общей субширотной зоны, разделенным Аганской флексурной зоной с относительно опущенным северным крылом.

Методические приемы и полученные результаты дешифрирования космических снимков локального уровня генерализации рассмотрены на примере нескольких участков правобережья Широтной Оби. Участок Вэнгапурского поднятия (рис. 178) выбран в целях изучения роли новейших тектонических деформаций унаследованного и новообразованного (наложенного, автономного) характера, наиболее определенно проявившихся в зоне Сибирских Увалов. На региональных космических снимках сводовая часть Погранично-Вэнгапурской кулисы, оконтуренная по темному фототону, охватывает наиболее возвышенные участки Сибирских Увалов и вытягивается в субширотном направлении. Анализ особенностей ландшафтно-геоморфологического строения этой территории по локальным снимкам раскрывает детали ее тектонического строения. В частности, линеаменты северо-восточного и северо-западного простираний образуют здесь ромбическую решетку, канве которой подчинены границы ландшафтных комплексов и их элементов, характеризующихся различным фотоизображением. Линеамент северо-восточного простирания ограничивает и разделяет Погранично-Вэнгапурскую кулису на два самостоятельных сводовых поднятия, ориентированных в том же направлении и ограниченных по простиранию субширотными линеаменами. При этом субширотному своду кулисы, отдешифрированному по региональным космическим снимкам, отвечают только юго-западные фланги упомянутых поднятий. Оба поднятия отчетливо выражены темным фототонем с радиальным рисунком речной сети. Их склоны маркированы светлой каймой озерно-болотных ландшафтов.

Свод западного поднятия состоит, в свою очередь, из двух кулисосопреженных куполов — северного и южного, разделенных линеаменами северо-западного и субширотного простираний и вытянутых в северо-восточном направлении. Их своды дешифрируются по светлому фототону локально развитых озерно-болотных ландшафтов.

Сопоставление выделенных по космическим снимкам структурных элементов со структурной картой горизонта «Б» масштаба 1 : 500 000 и 1 : 200 000 показало, что северо-восточный линеамент, разделяющий западное и восточное поднятия, отвечает границе Пурского грабена, северный купол западного поднятия — Ноябрьской группе поднятий,

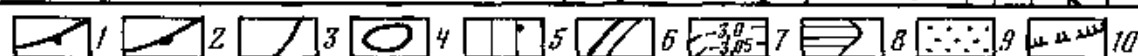
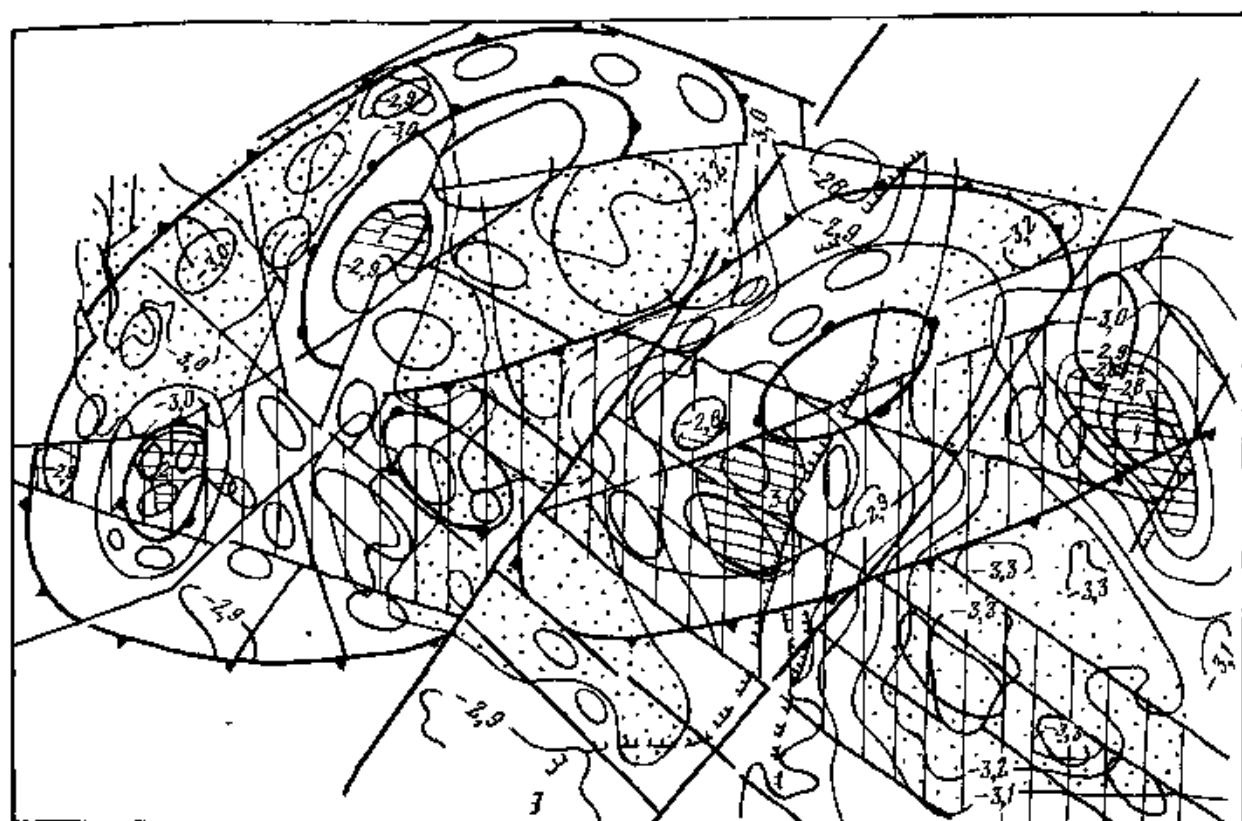


Рис 178. Сопоставление схемы новейшего структурного плана территории восточной части Сибирских Увалов со структурной картой по юрскому отражающему горизонту «Б» Погранично-Вэнгапурской группы поднятий

Элементы дешифрирования космических снимков: 1 — обобщенные контуры новейших поднятий, 2 — своды новейших поднятий; 3 — границы ступеней и склонов поднятий, выраженные тектоизогидами, 4 — локальные поднятия в различных структурных обстановках, 5 — неотектонические активные зоны, 6 — линеаменты, отвечающие разломам краевого и секущего типов. Элементы структурной карты: 7 — изогипсы отражающего горизонта «Б» (в км); 8 — своды локальных поднятий; 9 — обобщенный контур дна впадин, 10 — разрывные нарушения. Структуры 1 — Ноябрьская, 2 — Южно-Островная, 3 — Вэнгапурская, 4 — Яраинерская

южный — объединяет структуры Островную и Отдельную. Столь очевидное совпадение приповерхностных и глубинных структур, по-видимому, свидетельствует об унаследованном характере развития.

Восточное поднятие Погранично-Вэнгапурской кулисы соответствует Вэнгапурской и Яраинерской высокоамплитудным структурам горизонта «Б». Оно имеет один свод, совпадающий с Вэнгапурской группой структур. Яраинерская структура принадлежит к северо-восточной периклинали новейшего поднятия и отделена от Вэнгапурской линеаментом северо-восточного простирания.

Заслуживают также внимания линеаменты северо-западного простирания, являющиеся на отдельных участках структуроконтролирующими. Например, к зоне Тагринского линеамента, пересекающего Погранично-Вэнгапурскую кулису, тяготеет эшелонированный ряд новейших высокоамплитудных, унаследованно развивающихся и инверсионных локальных поднятий.

Таким образом, по результатам дешифрирования локальных снимков Погранично-Вэнгапурской кулисы установлен сложный перекрестный план ее новейшей структуры, отраженный в ландшафте. Сопоставление данных дешифрирования новейшей структуры со структурной картой горизонта «Б» показывает, что выявленные линеаменты закономерно вписываются в структуру последнего. Субмеридиональные прогибы этого горизонта в полосе субширотной зоны Сибирских Увалов резко сужаются или выклиниваются, что характеризует ее как относительное поднятие. Наиболее амплитудные локальные структуры горизонта «Б» являются унаследованно развивающимися и находят непосредственное отражение в ландшафте. Большинство из них относится к узлам пересечения зон поднятий различных простираний.

Основная задача дешифрирования детальных космических снимков сводится к изучению специфики экзогенных процессов линейного и плоскостного смыва по состоянию и динамике развития различных элементов ландшафта [Орлов, 1975]. Этот прием позволяет в пределах внешне однообразного ландшафта по особенностям морфологии его элементов выделять участки относительных поднятий или понижений. Наиболее информативными для выявления локальных поднятий для данного района являются речная

сеть, озера, болота и растительность. Развитие каждого из этих компонентов находится в неразрывной связи. Вопросы индикации локальных структур в различных районах Западно-Сибирской плиты отражены в ряде работ [Кострюков, 1969; Орлов, 1975; Основы..., 1978]. Применение детальных космических снимков открывает новые возможности для широкого использования приемов структурно-геоморфологического анализа при поиске локальных структур в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Новая геологическая информация о приповерхностной структуре и глубинном строении, полученная в результате дешифрирования космических снимков, может быть использована для дальнейшего рационального поиска локальных структур и оценки перспектив их нефтегазоносности.

Оконтуренные по результатам дешифрирования основные структурные элементы — неотектонические поднятия, их своды и склоны, впадины, протяженные флексурно-разрывные зоны — позволяют наметить наиболее перспективные участки для постановки детальных исследований.

Структуры газонефтеносных районов

При дешифрировании космических снимков Западно-Сибирской плиты выделяются фоновые и аномальные элементы изображения, которые могут иметь площадное или линейное проявление. Особое место занимают так называемые кольцевые структуры. Ранее был разработан и опробован ряд методических приемов, повышающих объективность геологического истолкования данных дешифрирования с привлечением геофизической информации [Боровский и др., 1980]. Анализу глубинного строения Западно-Сибирской газонефтеносной провинции с применением космических снимков посвящено много других работ [Соловьева и др., 1976; Космогеологическая..., 1980; Яншин, Затькова, 1980].

С учетом результатов ГСЗ составлена космогеологическая структурная схема Западно-Сибирской газонефтеносной провинции (рис. 179, 180).

На космических снимках Западной Сибири по общему характеру изображения дешифрируются две области. Внешняя область отличается от внутренней [Геологическое..., 1971; Конторович и др., 1975] более светлым фототонном и в разной степени полосчатым рисунком. В пределах указанных областей по характеру фототона и фоторисунка выделяются крупные блоки. Всего отдешифрировано 13 блоков, имеющих в плане форму многоугольников. В пределах внешней области выделено семь блоков: Приуральский (I) и Вахский (II) — нейтральные Полярно-Уральский (III), Кокчетавский (IV), Салаирский (V) и Приенисейский (VI) — относительно приподнятые, Южно-Иртышский (VII) — предположительно опущенный. Внутреннюю часть плиты составляют следующие блоки: Полуийский (VIII), Тазовский (IX), Березово-Шаимский (X) и Тобольский (XI) — нейтральные, Сургутский (XII) — относительно приподнятый, Ямало-Гыдано-Надымский (XIII) — опущенный. Все блоки ограничены прямолинейными элементами, которые являются, как установлено при сопоставлении результатов дешифрирования с материалами геолого-геофизических исследований, глубинными разломами. Для выяснения степени нарушенности блоков был выполнен статистический анализ густоты трещиноватости (протяженность прямолинейных элементов, приходящихся на единицу площади). Установлено, что плотность трещиноватости для внешней области в 1,5 раза выше, чем для центральной (см. рис. 180). Густота трещиноватости может рассматриваться как критерий напряжений, возникших в земной коре и проявляющихся в блоковой структуре регионов [Гольбрайх и др., 1965]. Анализ густоты трещиноватости и розы диаграммы простираний и протяженности отдешифрированных линейных элементов (разрывных нарушений) наглядно показывают отличие блоков по указанным параметрам (см. рис. 181).

Выявленные на космических снимках тектонические нарушения имеют различную протяженность. Сопоставление с характером аномальных геофизических полей, а также с данными ГСЗ показывает, что наиболее протяженные нарушения являются и наиболее глубинными.

По глубине проникновения разломы подразделяются на сквозькоровые (мантийные), внутрикоровые (внутри базальтового или гранитно-метаморфического слоя консолидированной коры), разломы в фундаменте и осадочном чехле (см. рис. 180). Первые из них как правило, ограничивают блоки Западно-Сибирской плиты, что позволяет рассматривать последние как геоблоки с различной структурно-вещественной характеристикой.

Среди линейно вытянутых площадных объектов привлекает внимание широтная зона,

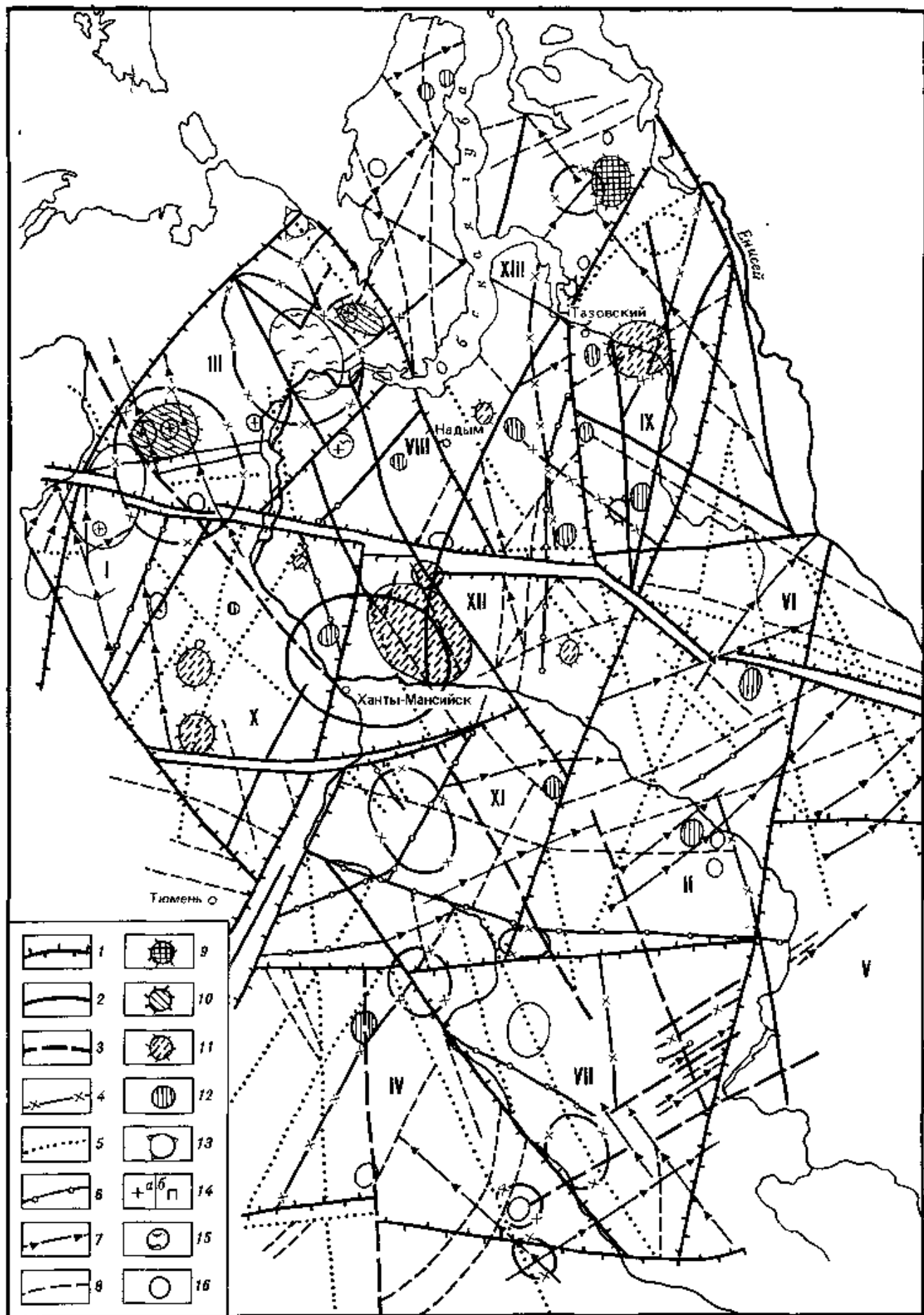


Рис. 179. Космогеологическая структурная схема Западно-Сибирской газонефтеносной провинции

1—5 — глубинные разломы (по геофизическим данным), проникающие в различные горизонты литосферы: 1, 2 — в нижние (1 — ограничивают геоблоки, 2 — отражаются в верхней мантии), 3 — в средние («базальтовый» слой), 4 — в верхние («гранитный» слой), 5 — в фундамент, 6, 7 — разломы осадочного чехла, подтверждаемые: 6 — геофизическими методами, 7 — геоморфологическими данными, 8 — линейные элементы с невыясненной геологической природой (предполагаемые разломы с неустановленной глубиной проникновения); 9—12 — кольцевые структуры, проявившиеся в различных горизонтах литосферы. 9 — в нижних (верхняя мантия), 10 — в верхних («гранитный» слой), 11 — в фундаменте, 12 — в осадочном чехле, 13 — Карская астролема; 14, 15 — прочие кольцевые структуры: 14 — магматогенные, связанные с интрузиями: а — гранитоидов, б — гипербазитов, 15 — гранитно-гнейсовые купола, 16 — кольцевые космографические элементы с невыясненной геологической природой и глубиной проникновения Геоблоки: I — Приуральский, II — Вахский, III — Полярно-Уральский, IV — Кокчетавский, V — Салаирский, VI — Приенисейский, VII — Южно-Иртышский, VIII — Полуйский, IX — Тазовский, X — Березово-Шаньский, XI — Тобольский, XII — Сургутский, XIII — Ямало-Гыдано-Надымский

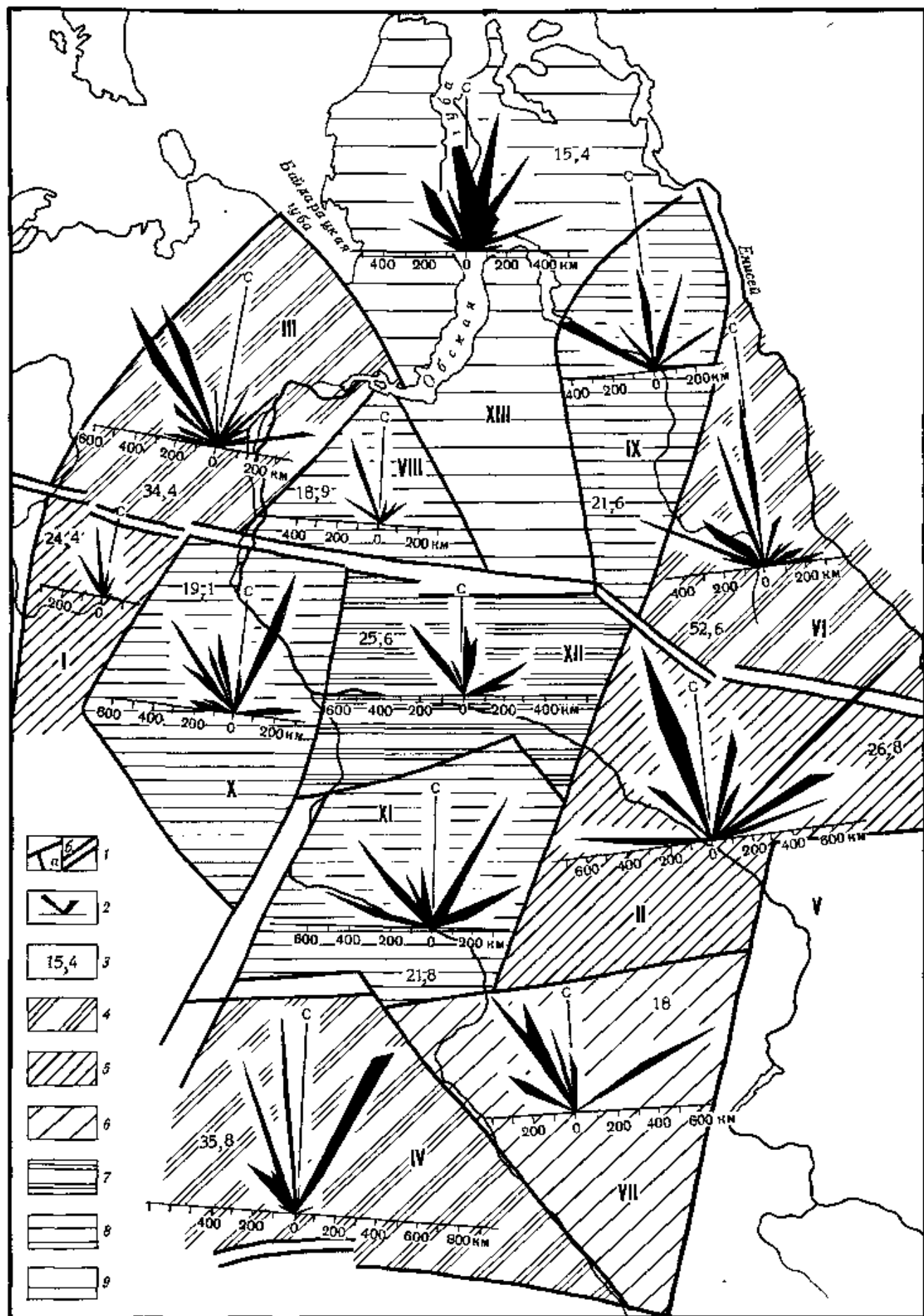


Рис. 180 Схема расположения геоблоков, отдешифрированных на космических изображениях Западной Сибири

1 — ограничения геоблоков, а — линейные элементы, б — линейные зоны; 2 — диаграммы простираний и протяженности отдешифрированных прямолинейных элементов; 3 — густота трещиноватости ($\text{м} \cdot 10^{-3} \text{ км/км}^2$), 4–6 — геоблоки внешней области Западно-Сибирской равнины предположительно: 4 — приподнятые, 5 — нейтральные, 6 — опущенные, 7–9 — геоблоки внутренней области Западно-Сибирской равнины предположительно: 7 — приподнятые, 8 — нейтральные, 9 — опущенные

пересекающая всю Западную Сибирь и Урал (Транссибирский линеймент В. И. Драгунова) Большая ее часть совпадает с водоразделом Сибирских Увалов. Эта зона интерпретируется как отражение на земной поверхности региональной Сосьвинско-Вэнгапурской зоны глубинных разломов. О глубинной природе данной зоны свидетельствуют результаты интерпретации физических полей и материалов ГСЗ [Боровский и др., 1980].

Сосьвинско-Вэнгапурская зона разломов разделяет плиту на две части: севернее зоны продуктивные толщи мезозойских отложений «специализированы» на газ и газоконденсат, южнее — на нефть.

Существенно новыми структурными элементами Западно-Сибирской плиты, дешифрируемыми по космическим снимкам, являются кольцевые объекты. На мелкомасштабных снимках Западно-Сибирской плиты и ее северо-западного складчатого обрамления выделено 207 таких кольцевых структур, большая часть из которых имеет диаметр 25—100 км, лишь у девяти диаметр превышает 100 км. Их распределение неравномерное. Границей изменения количества и размеров кольцевых структур является Сосьвинско-Вэнгапурская зона глубинных разломов: 134 кольцевые структуры расположены севернее этой зоны, 73 — южнее. Не менее четко различается распределение кольцевых структур и по размерам: в северной части плиты преобладают структуры, имеющие диаметр до 50 км, а в южной — более 50 км.

Результаты дешифрирования сопоставлены с различными геолого-геофизическими картами (рис. 181). Прямое плановое сопоставление кольцевых структур с указанными материалами не позволило достоверно решить вопрос об их геологической природе и вызвало необходимость разработки новых методических приемов комплексного анализа космической информации и геолого-геофизических материалов [Боровский и др., 1980]. В результате удалось классифицировать многие кольцевые структуры по глубине залегания аномалиеобразующих масс и высказать предположение об их геологической природе. Установлено, что образование кольцевых структур вызвано структурно-литологическими неоднородностями осадочного чехла, фундамента и нижней части коры (см. рис. 179). Дешифрируемые в Приуралье крупные кольцевые структуры являются поверхностным отображением кольцевых разломов. Полярно-Уральский, Приполярно-Уральский и Северо-Уральский линейные кольцевые элементы являются глубинными ограничениями древних гранито-гнейсовых куполов. Для выяснения природы крупной, диаметром 300 км, Ханты-Мансийской кольцевой структуры были сопоставлены результаты дешифрирования с данными бурения, петрофизическими свойствами пород, тепловым потоком и результатами сейсмических исследований КМПВ и ГСЗ. На основании сопоставления Ханты-Мансийская кольцевая структура интерпретируется как участок древнего, возможно эпикарельского срединного массива, не претерпевшего существенной переработки в палеозойское время. Ханты-Мансийское «кольцо» требует тщательного изучения, так как участки срединных массивов сопровождаются формированием осадочных формаций, в том числе и рифогенных известняков, благоприятных для скопления углеводородов. Судя по пересчетам геофизических полей, глубина залегания палеозойских пород составляет первые километры, и фундамент здесь вполне доступен для бурения. Интерес к изучению этой крупной кольцевой структуры повышается в связи с приуроченностью к ее периферии продуктивных структур Шаимского, Сургутского и Салымского нефтегазоносных районов.

По результатам дешифрирования среднемасштабных космических снимков построены космогеологические карты для ряда районов Широкого Приобья (Салымского, Шаимского, включая Красноленинский свод, Аган-Вахского и др.). Геологическое дешифрирование многозональных среднемасштабных снимков, полученных с различных искусственных спутников Земли и в разное время года, позволило получить дополнительную информацию о геологическом строении этой территории [Боровский и др., 1980]. На среднемасштабных снимках разрывные нарушения выделяются по четким прямолинейным тонким полоскам и линиям аномальной (темной или, реже, светлой) окраски, большей частью подчеркивающимся линейными элементами эрозионной сети. Они обычно имеют стабильную ширину, однородность изображения на всем своем протяжении и пересекают различные «фотополя». Линеаменты, дешифрируемые на среднемасштабных снимках, почти полностью совпали с разрывными нарушениями, выявленными в фундаменте и осадочном чехле по результатам геологоразведочных работ. Многие мелкие дизъюнктивы Салымского поднятия, видимые только на среднемасштабных снимках и радиально рас-

Рис. 181. Сопоставление линейных и круговых космографических элементов со структурными картами различных горизонтов Западно-Сибирской газонефтеносной провинции

Фрагменты структурных карт: А — поверхность фундамента, Б — кровля заводоуковской серии (J_2); В — кровля алымской свиты (K_1), Г — кровля ганькинской свиты (K_2); 1 — изогипсы (в км); II — космографические элементы: а — кольцевые, б — линейные, локальные структуры: 1 — Северо-Тамбейская, 2 — Арктическая, 3 — Западно-Мессояхская и Находкинская, 4 — Медвежья, Юбилейная, Ямсовейская, 5 — Русско-Часельская, 6 — без названия, 7 — Южно-Харампурская, 8 — Мозямский вал, 9 — Тромъеганская, 10 — без названия



101



106



108



107



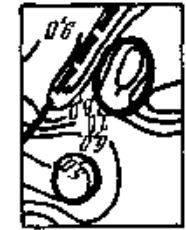
109



105



104



102



103



100

1

8

9

4

положенные в его сводовой части, являются малоамплитудными разрывами, осложняющими верхние горизонты осадочного чехла.

Кольцевые структуры, отдешифрированные на среднемасштабных космических снимках междуречья Большого и Малого Салыма, совпадают с «кольцом», выявленным и на мелкомасштабных снимках. При сопоставлении результатов дешифрирования со структурными картами оказалось, что эти «кольца» отвечают Лемпинскому поднятию, вмещающему Салымское месторождение. Можно допустить, что видимая на снимках кольцевая структура является поверхностным отображением блока фундамента, к которому приурочен гранитный массив, вскрытый бурением на глубине 3200 м.

Многие кольцевые структуры, выделенные на снимках, сделанных со спутников серии «Метеор», совпадают с положительными структурами фундамента. Так, «кольца», установленные в западной части района, оказались приуроченными к Верхнешаймской и Среднешаймской структурам. Сложно построенная кольцевая структура в юго-восточной части рассматриваемой территории совпала с Каринской структурой. Кольцевые структуры, отдешифрированные на космических снимках Салымского района, в большинстве случаев оказались отражением структур осадочного чехла, выделенных по кровле отражающего горизонта «Б» сейсморазведочными работами.

О возможной связи кольцевых структур с локальными поднятиями верхней части осадочного чехла Западно-Сибирской плиты свидетельствуют также результаты сопоставления геолого-геофизических данных и дешифрирования космических снимков Аган-Вахского района, где отмечается плановое совпадение отдешифрированных «колец» с выявленными локальными поднятиями (Северо-Вэнгапурским, Северо-Островным, Средневэнгапурским, Новомолодежным и др.).

Среднемасштабные космические снимки в отличие от мелкомасштабных несут информацию о строении мезозойско-кайнозойских образований чехла плиты; поэтому ее следует учитывать при проведении геолого-геофизических нефтегазопоисковых работ.

Сургутский свод

Поиски структурных элементов на территории Западно-Сибирской плиты по космическим снимкам важны и актуальны. Продуктивные горизонты, выявленные в меловых и юрских отложениях, а также в доюрских корах выветривания, контролируются структурами фундамента, обнаружение которых затруднено природными условиями и значительным погружением кристаллического основания в центральной и северной частях плиты.

За последнее десятилетие на территории Среднего Приобья проведены значительные геологопоисковые (геофизические и буровые) работы. Накоплен огромный фактический материал, который дает возможность охарактеризовать данный район с геологической точки зрения. Построены структурные карты по многим стратиграфическим подразделениям, в том числе по глубокозалегающим — тюменской свите (J_1 2) и поверхности фундамента. Изучены петрографический состав пород фундамента и образований древних кор выветривания и их влияние на литологию и коллекторские свойства отложений тюменской свиты. В целях более эффективного изучения глубоких горизонтов применены дистанционные методы исследования. Проведенные ранее работы по изучению продуктивных горизонтов Среднего Приобья позволяют провести геологическую интерпретацию отдешифрированного среднемасштабного изображения (1 : 1 000 000) центральной части Сургутского свода и западной части Нижневартовского.

Основная цель дешифрирования — выделение структур разных порядков и линейментов. Сканированное изображение центральной части Среднего Приобья передано весной, в период разлива р. Оби, ширина которой в это время достигает 30—40 км. Хорошо видны реки Аган и Тромъеган, которые со своими притоками образуют разветвленную речную сеть. Западную и центральную части снимка занимает крупная структура I (рис. 182, а), граница которой маркируется светлой каймой, а на ее территории заметно чередование темных и светлых пятен. Восточнее выделяется узкая асимметричная структура II, окруженная светлыми зонами. И наконец, на северо-востоке заметна структура III, которая продолжается на восток.

При сравнении схемы дешифрирования с изогипсами по поверхности тюменской свиты установлено, что структура I соответствует центральной приподнятой части Сургутского свода, а III — западной части Нижневартовского свода. Структура II дешифрируется тоже как положительный элемент, однако на структурных картах по поверхности тюменской свиты и по более глубокому горизонту — поверхности фунда-

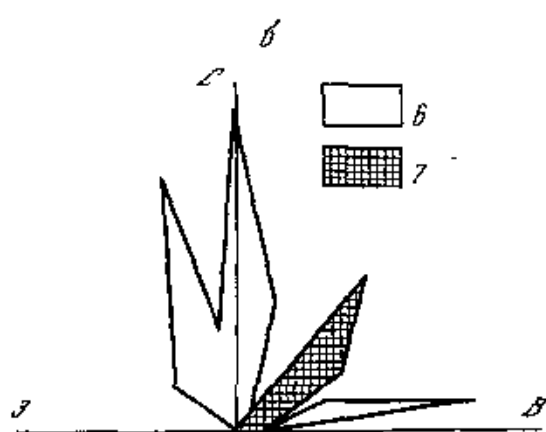
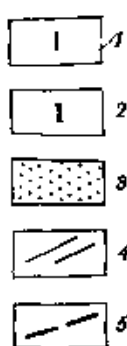
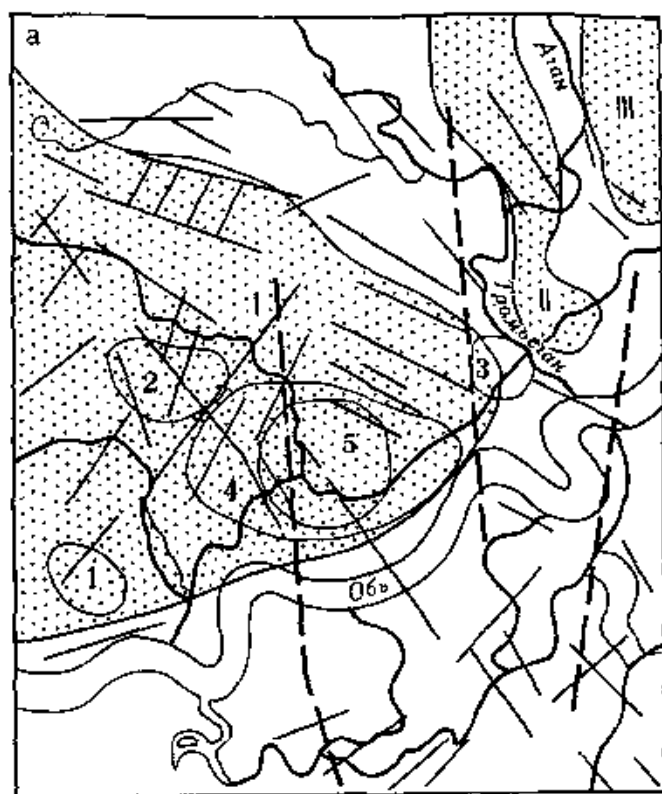


Рис. 182. Районирование Среднего Приобья по среднемасштабному космическому снимку (а) и распределение линеаментов по простиранию (б)

1—3 — структуры. 1 — I порядка, 2 — II порядка, 3 — положительные, 4, 5 — линеаменты: 4 — локальные, 5 — региональные; 6, 7 — простирания линеаментов: 6 — локальных, 7 — региональных. Объяснение цифр в тексте

мента отражения не находит. Возможно, эта структура более глубокого и древнего (докембрийского) заложения и в палеозойских и юрских образованиях не отражена.

Мелкие структуры (см. рис. 182, а, 1—5) отвечают локальным поднятиям. Две из них (2, 4) имеют эллипсоидальную форму и по облику и размерам сходны с поднятиями, выделенными по данным геофизики и глубокого бурения как Чернореченская группа, представленная разноориентированными локальными поднятиями. При дешифрировании выделяется несколько кольцевых структур — 1, 3, 5, значение которых для нефтяной геологии не совсем ясно. По современным представлениям, кольцевые образования, видимые на космических снимках, отражают глубинные структуры фундамента и в этом качестве могут быть использованы при изучении структуры и состава глубоких горизонтов, а также влияния последних на образование продуктивных отложений юры.

Наибольшее количество разрывных нарушений, по данным анализа прямолинейных элементов ландшафта (линеаментов), приурочено к положительным структурным элементам. Наиболее протяженные (110—140 км) линеаменты отвечают региональным разломам северо-восточного простирания (см. рис. 182, а). Более мелкие многочисленные разрывы (10—70 км) имеют субмеридиональное, субширотное и северо-западное простирания. Для выяснения преимущественных простираний построена роза-диаграмма линеаментов (см. рис. 182, б), которая показывает, что в исследуемом районе преобладают линеаменты трех направлений: меридионального, субширотного и северо-северо-западного. Региональные линеаменты имеют северо-восточное направление. На схеме строения доюрского основания [Геология..., 1975] в Сургутском районе, по геофизическим данным, разломы имеют те же направления, неизвестно лишь субширотное. Выявленное на космическом снимке субширотное направление нарушений следует, вероятно, относить по времени заложения к палеогеновому и неогеновому периодам.

По геофизическим данным, глубинные разломы подчинены двум направлениям — субмеридиональному и субширотному, причем последнее является более молодым. Доказательством этого служит положение разломов в общей структуре Западно-Сибирской плиты: 1) субмеридиональные разломы являются границами складчатых областей и прослеживаются на 200 км и более; 2) менее протяженные широтные разломы пересекают все средне- и позднепалеозойские структуры. Наиболее развиты (по геофизическим данным) нарушения длиной 70—80 и 40—60 км. Обнаружено большое количество разрывов (длиной менее 20 км), секущих локальные структуры. В последние годы детальными сейсмическими работами выявлены такие разрывные нарушения почти на всех сводовых поднятиях.

Наличие дизъюнктивных нарушений подтверждается при детальном петрографическом изучении пород фундамента (зоны катаклаза, сильная трещиноватость пород, зеркала скольжения и др.), а также присутствием линейно-трещинных кор выветривания, развивающихся по разломным зонам. В осадочных породах тюменской свиты также

наблюдаются трещиноватость, перемещение отдельных слоев, зеркала скольжения, перемятые и изолупные зерна минералов и обломки пород.

Таким образом, обнаружение структур и разрывных зон по космическим снимкам хорошо подтверждается геофизическими и петрографическими исследованиями, что важно при поисках новых нефтегазоносных районов, где затруднено проведение глубокого бурения и детальных геофизических работ.

НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ ПРОВИНЦИИ АЛЬПИЙСКИХ ВПАДИН

ЗАКАВКАЗСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Среднекурильская межгорная впадина перспективна для поисков залежей палеогеновой и мезозойской нефти. Ей посвящен структурно-геологический анализ космического снимка участка впадины западнее Мянгечаурского водохранилища.

К настоящему времени выявлены главные особенности орогенного (олигоцен-четвертичного) этапа развития рассматриваемой территории, предопределившие эволюцию бассейнов осадконакопления; намечены перспективные районы для поисков новых нефтяных залежей [Сахатов, 1973а, б; 1976; и др.].

На космическом снимке масштаба 1 : 1 000 000 запечатлены междуречье Куры и Алазани и склоны обрамляющих горных сооружений Большого и Малого Кавказа. В пределах последнего на сером, а местами на темно-сером фоне снимка дешифрируются речная сеть, конусы выноса и пересекающаяся система прямолинейных линейaments (рис. 183). Выделяются светлые контуры невысоких эродированных горных гряд, в пределах которых различимы отдельные, выступающие в рельефе антиклинальные поднятия. На них по фототону и текстуре фоторисунка среди более темных четвертичных образований выделяются светлые пятна, соответствующие фрагментам миоценовых и плиоценовых толщ. Благодаря относительно простому строению четко дешифрируются крупные складки Чатминской зоны. Зато почти не поддаются дешифрированию пологие продольные надвиги, осложняющие складки. На фоне геологических элементов выделяются линейaments, секущие складчатые дуги неогеновых отложений Среднекурильской впадины и мезозойские комплексы горных сооружений. Они группируются в системы близдолготных, северо-восточных и северо-западных пересекающихся структурных линий и четко проявлены в горных областях благодаря резко расчлененному рельефу.

В полосе пересечения линейaments с хребтами наблюдаются параллельная ориентировка обрамной сети и более глубокий эроз. вусел рек, как правило вытянутых по простиранию линейaments, флексурные изгибы, погружения хребтов, системы параллельных трещин и разрывов, формирующих в рельефе характерные уступы и борозды. На Малом Кавказе линейaments трассируются зонами разрывов, системами параллельных жилных тел, интрузивных пород, субвулканических куполов и другими геологическими объектами. На Большом Кавказе линии продольных надвигов на космических снимках не отражаются, а поперечные нарушения выражены флексурами и сбросами. Нередко отдельные участки линейaments соответствуют разломным швам, установленным различными геофизическими методами, и, как правило, трассируются из горных областей в пределы депрессии, где их пересечения образуют полигональные фигуры (рис. 184).

А. В. Мамедов в структуре неоген-четвертичных отложений Среднекурильской впадины выделяет Предмалокавказский синклинорий и Алазано-Агричайский прогиб в качестве внешних бортовых зон, отделенных Эрикарской и Орхевско-Дашизской системами надвигов от более сложно построенной внутренней части, включающей Чатминско-Геокчайскую антиклинорий и Мирзаано-Арепский синклинорий.

В пределах юго-западного борта Предмалокавказского синклинория под плащом континентальных образований предгорной равнины вскрыты сокращенные маломощные разрезы эоцена (фораминиферовые слои), майкопской свиты и ачкальзского яруса, в общем монотонально наклоненные на северо-восток и несогласно перекрывающие верхнемеловые отложения.

На левобережье р. Куры (Джейранчельская зона) мощности палеогеновых и верхнеплиоценовых отложений возрастают, в разрезе появляются миоценовые отложения. Даяная зона выражена серией брахиформных асимметричных антиклиналей по сармат-

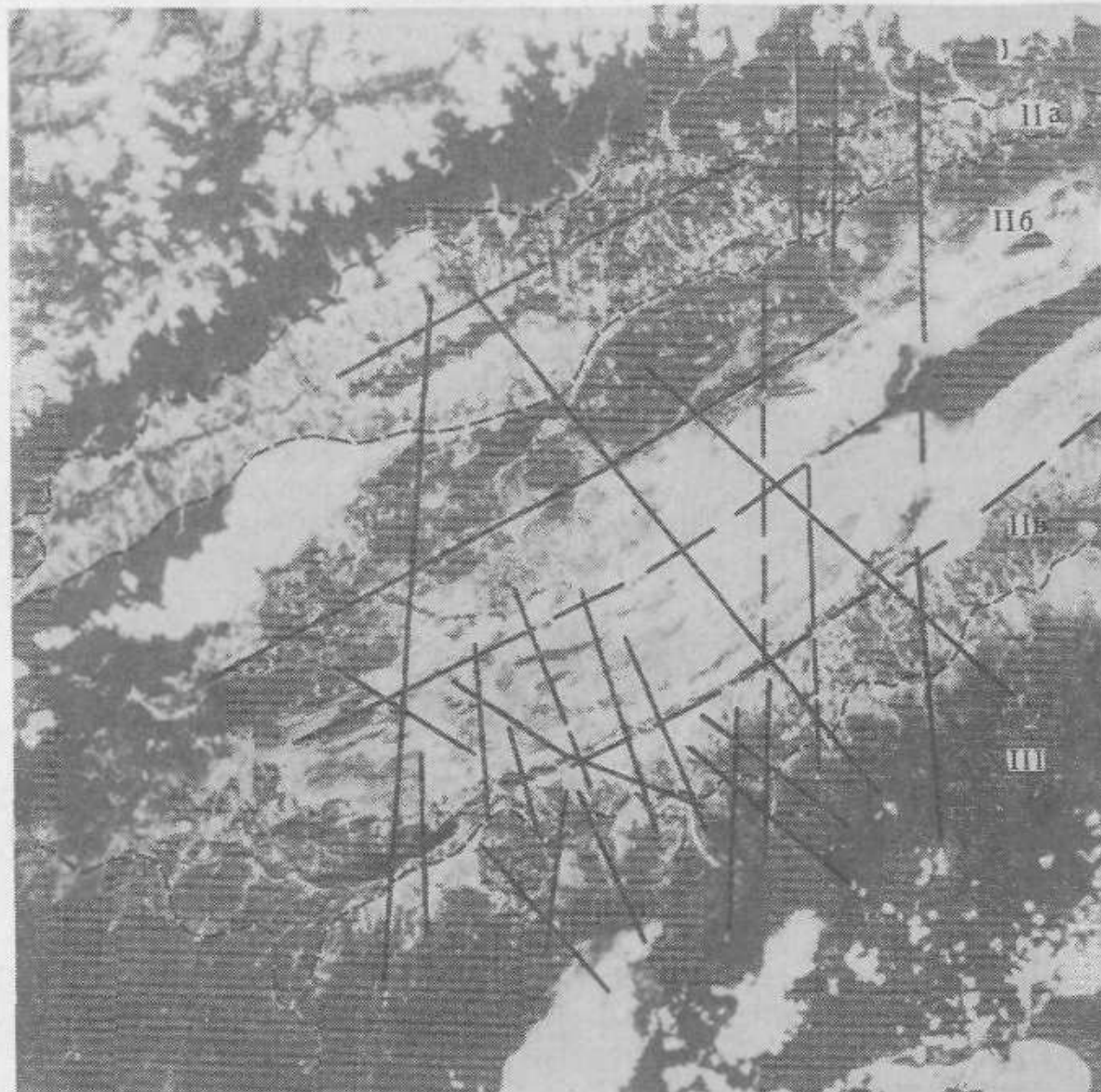


Рис. 183. Космический снимок Юго-Восточного Закавказья, полученный со спутника «Метеор-29»

Главнейшие структурные элементы: I — Большой Кавказ; II — Среднекурильская впадина (а — Алазано-Агричайский прогиб, б — Чатлинская зона, в — Предмалокавказский прогиб); III — Малый Кавказ. Показаны отдекшифрованные линеаменты

ским, верхнеплиоценовым и четвертичным отложениям, образующим три ряда субпараллельных антиклинальных линий. Складки осложнены продольными нарушениями, по которым более пологие северные крылья надвинуты на южные с амплитудой до 1,8 км. По сейсмическим данным фиксируется четко выраженный несогласный контакт 3-километрового олигоцен-неогенового дислоцированного комплекса с подстилающими верхнемел-эоценовыми отложениями с постепенным возрастанием угла наклона поверхности раздела на северо-восток, к осевой полосе впадины.

С переходом в Чатминскую антиклинальную зону общая мощность олигоцен-неогеновых пород резко возрастает как за счет наращивания мощности толщ, так и в результате их интенсивной дислоцированности. Если на левом берегу р. Куры (площадь Гырахкесаман) кровля эоцена вскрыта скважинами на глубине 600—700 м, то в Чатминской зоне (площадь Саждаг) — на отметке 3890 м. Узкие, вытянутые антиклиналы этой зоны на западе сложены породами майкопской свиты и миоцена, а на востоке — сарматскими и верхнеплиоценовыми отложениями. Все складки опрокинуты на юго-запад и осложнены надвигами, наклоненными на северо-восток и объединяющимися в два крупных региональных нарушения с амплитудами горизонтальных смещений до 2,5 км. Надвинутые северные крылья складок образуют гребни хребтов-антиклиналей в области водораздела рек Куры и Иори. Разрывы вдоль южной гряды хребтов (Удабнинского, Саждагского, Молладагского, Ахтахтатапинского, Палантекиянского) образуют Эрикдарскую надвиговую зону (см. рис. 184). Складки северной антиклинальной линии срезаются ветвями Эльдарюгинской надвиговой зоны вдоль хребтов Алачыг, Катар, Тюлькитапа, Эльдарюги, к северу от которой, в Южной Кахетии, располагается Мирзаанская тектоническая зона, сложенная сарматскими и плиоценовыми отложениями.

Именно вдоль Эльдарюгинской надвиговой зоны выходят на поверхность нефтеносные слои северо-восточных крыльев Алачыгской (средний и верхний сармат) и Эль-

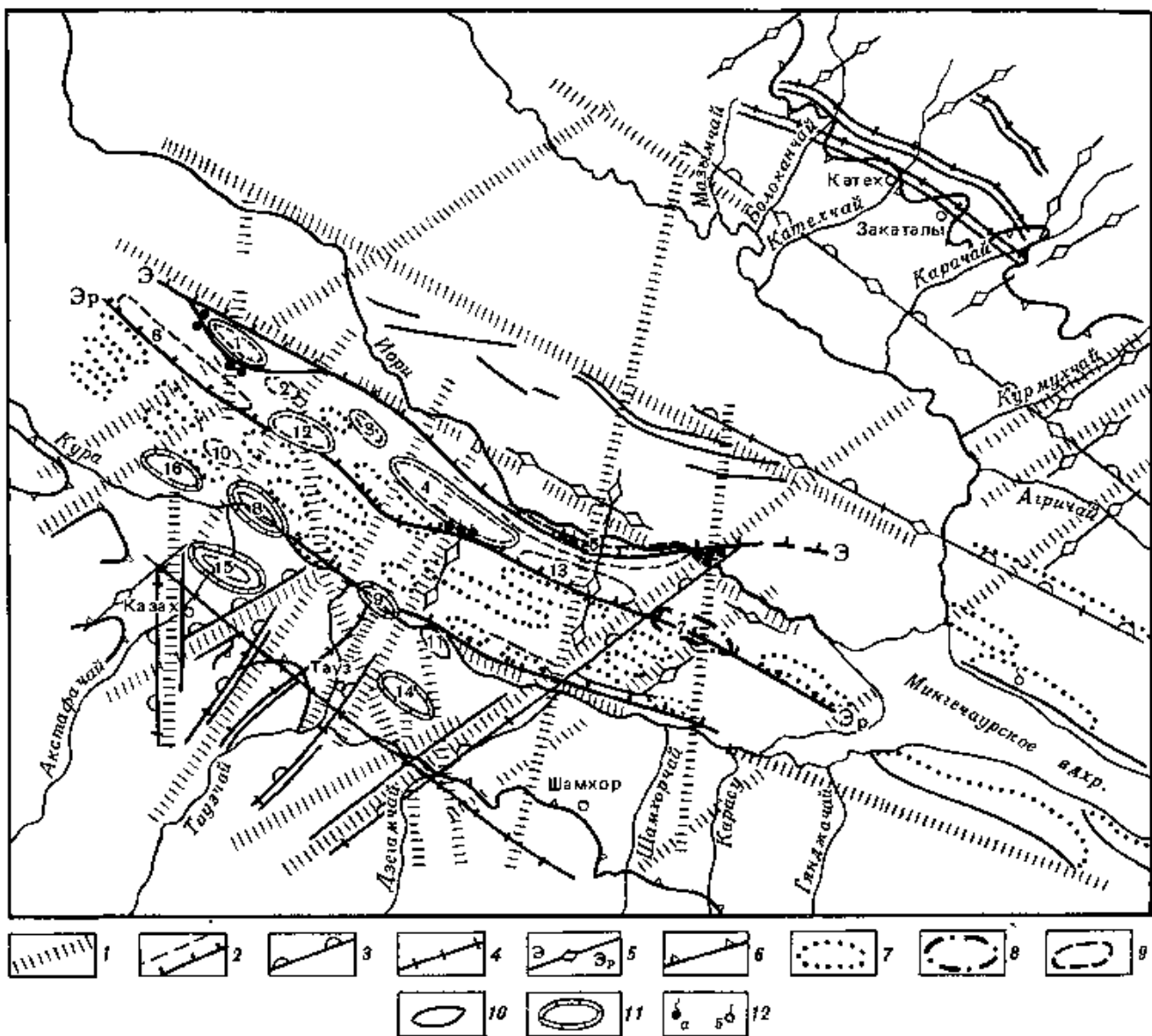


Рис. 184 Сопоставление линеаментов с разломами и нефтегазоносными палеоген-неогеновыми структурами

1 — линеаменты, 2 — поверхностные сбросы, взбросы, надвиги, 3 — гравиметрические ступени, 4, 5 — разломы, выделяемые 4 — по сейсмическим данным, 5 — по аэромагнитным данным, 6 — граница Большого и Малого Кавказа, 7 — складки без признаков нефтегазоносности, 8 — плиоценовые складки с проявлениями нефти и газа, 9 — то же, средне-верхнемиоценовые, 10 — майкопская свита, 11 — эоцен, 12 — поверхностные проявления а — нефти, б — газа. Складки 1 — Алачигская, 2 — Домиртепинская, 3 — Армудлинская, 4 — Чабандагская, 5 — Эльдарюгинская, 6 — Удабнинская, 7 — Северная Палантекинская, 8 — Гырахкесаманская, 9 — Хатунлинская, 10 — Мамедтепинская, 11 — Кирзэнская, 12 — Саждагская, 13 — Ахташтатапинская, 14 — Далляр-Таузская, 15 — Тауз-Казахская, 16 — Союмбулахская. Надвиговые зоны Э — Эльдарюгинская, Эр — Эрикдарская.

дарюгинской (верхний сармат) антиклиналей с многочисленными поверхностными нефтепроявлениями из песчаников и мергелей, а также с нефтегазопроявлениями из грязевулканических очагов вдоль надвига в майкопских (хребет Алачыг) и сарматских (хребты Алачыг, Катар, Тюлькитапа, Эльдарюги) отложениях. При этом бурением на Эльдарюгинской складке установлено, что наблюдаемое на поверхности ослабление нефтенасыщения коллекторов с удалением от зоны разрыва, вплоть до полного исчезновения на близких расстояниях, сохраняется и во вскрытых скважинами горизонтах нижнего сармата. Газоводопроявления со слабыми выделениями нефти из майкопских, среднемиоценовых, ниже- и среднесарматских отложений отмечены также в скважине на Армудлинской складке, осложненной ветвью Эльдарюгинского надвига южнее Алачигской антиклинали.

Нефтегазопроявления отмечены и в складках, осложненных Эрикдарской надвиговой зоной. На Удабнинской антиклинали вскрытие скважиной караган-конкских глин с прослоями мергелей сопровождалось газовыделением. Проходка параметрической скважины на Саждагской структуре сопровождалась выбросами газа и газоводопроявлениями из майкопских, среднемиоценовых (чокракских, караган-конкских) и нижнесарматских отложений. В скважинах профильного бурения на Ахташтатапинской антиклинали наблюдались газовые выбросы из среднего сармата и примазки нефти из нижнесарматских мергелей и глин в зоне Эрикдарского надвига. На Большом Палантекине газовые выделения из базальных конгломератов акчагыльского яруса зафиксированы в скважине

южнее зоны надвига. Такой характер нефтегазопроявлений в сочетании с высокой минерализацией естественных и скважинных водопроявлений из сарматских и майкопских отложений, приуроченных к линиям разрывов, и близость состава водопроявлений к составу вод грязевых вулканов рассматриваются как свидетельства частичной вертикальной миграции нефти и газа.

В прибортовой Джейранчельской зоне признаки нефтегазоносности установлены бурением вдоль Куринской антиклинальной линии, выраженной серией асимметричных антиклиналей в верхнеплиоценовых отложениях, вытянутых вдоль р. Куры. Крутые взбросы, срезающие южные крылья складок и наклоненные на северо-восток, являются поверхностным выражением Куринского глубинного разлома.

Проявления нефтегазоносности в этой полосе приурочены к эоценовым (мощность 800—900 м) и майкопским (300—500 м) глинам с прослоями песков и песчаников. Лишь в верхней половине среднего эоцена вскрыты слои известняков и песчаников, туфогенные породы и брекчии с обломками эффузивов основного состава (20—100 м). На западе интенсивные газоводопроявления с пленками нефти из эоценовых отложений отмечены на юго-восточной периклинали Союгбулахской антиклинали. На Гырахкесаманской площади бурение большого количества скважин на разных интервалах ниже- и средне-эоценовых и майкопских отложений сопровождалось газовыми выбросами с пленками нефти и извлечением кернов глинистых и песчаных пород, пропитанных нефтью. Слабые признаки нефтегазопроявлений отмечены в среднеэоценовых и майкопских породах площади Хатунлы, а на площади Кирзан-Хулуф насыщенные нефтью прослойки песчаников вскрыты лишь в майкопской свите. В юго-западной бортовой зоне, на площади Тауз-Казах, в скважинах из эоценовых и майкопских слоев наблюдались выбросы газа, а местами — водопроявления с пленками нефти.

К юго-востоку, на площади Далляр-Тауз, в области северного борта Шамхорского выступа породы майкопской свиты отсутствуют, а из эоценовых отложений (100 м), залегающих между глинами акчагыла и вулканогенным верхним мелом, в ряде скважин получены газоводопроявления.

Основные нефтегазовые проявления рассматриваемой части Среднекуринской впадины в отложениях эоцена, олигоцена и миоцена пространственно связаны с крупными региональными тектоническими швами северо-западного простирания. Крутая поверхность Куринского (Южно-Куринского) разлома совпадает с протяженными субширотными линеаментами (см. рис. 184). Эрикдарский и Эльдарюгинский надвиги вследствие пологих поверхностей на космических снимках не отображаются; судя по имеющимся данным, эти и другие протяженные пологие надвиги в междуречье Куры и Алазани на глубине переходят в крутые сбросы, не только секущие весь разрез кайнозоя, но и находящие отражение в породах мезозоя.

Газоводонефтяные проявления из майкопских и миоценовых глинисто-мергелистых отложений Чатминской зоны являются достаточно веским фактором в пользу высоких миграционных свойств газонефтяного флюида, заполняющего трещины пород в зоне тектонического смятия. Известно, что в северо-западном направлении глинистые фации постепенно сменяются песчано-глинистыми, и уже на Малхазовской структуре в скважинах из среднемиоценовых и майкопских слоев отмечены выделения жидкой нефти и газа, а в сарматских отложениях вдоль разломов обнаруживаются поверхностные признаки углеводородов. На площади Самгори—Патардзеули вскрыты промышленные залежи нефти и газа по всему разрезу эоцена, получены фонтанные выбросы нефти и газа из майкопской свиты и обнаружены признаки нефти в сарматских отложениях.

Еще западнее, на площади Норю — Марткоби, отложения среднего миоцена изобилуют поверхностными нефтепроявлениями, а бурением установлена промышленная нефтеносность пород чокракского горизонта.

Установлены также промышленная нефтегазоносность подстилающей майкопской свиты и поверхностные нефтепроявления из всего разреза сарматских отложений; нефтегазопроявления приурочены к трещинам в известняках и песчаниках вдоль линий нарушений.

Подобная многоярусность нефтегазонасыщения в пределах единой антиклинальной зоны, разбитой системой продольных нарушений, легко объяснима вертикальной миграцией углеводородов, тем более что вторичный характер нефтегазонакопления в вулканогенно-обломочных конгломератах среднего эоцена на месторождении Самгори — Патардзеули не вызывает сомнений. Видимо, наличие коллекторов по разрезу палеогена — неогена и протяженных разрывов вдоль Чатминской зоны обеспечило вертикальную миграцию нефти и газа в вышележащих горизонтах. Постепенное же возрастание глинистости

отложенный майконской свиты и миоцена в юго-восточном направлении при напряженной новейшей тектонике соответственно отразилось на ослаблении нефтегазоносности и появлении грязевулканической деятельности.

Эпигенетические залежи нефти отмечены и в Мирзаанской синклиналиной зоне, где мощная (до 2 км) глинисто-терригенная ширакская свита (нижний и средний палеоцен) континентального происхождения обнаруживает нефтеносность на поверхности (Мирзаан, Патара — Шираки) и во вскрытых скважинами продуктивных горизонтах на Млетанской, Мирзаанской и Патара-Ширакской антиклиналях. Но наиболее примечателен характер нефтеносности ширакской свиты на Кила-Купринской антиклинали, где промышленные залежи, разрабатываемые в зоне нарушения, на расстоянии 250 м от разрыва полностью исчезают.

Складчатые цепи западной части Среднекуринской впадины сформировались предкайнозойскими и четвертичными фазами тектогенеза, обусловившими последовательные сокращения поперечных размеров Среднекуринской впадины. Процесс этот происходил на фоне роста горных сооружений Большого и Малого Кавказа, где неотектонические процессы сопровождалась смещениями по системе омоложенных субширотных и субмеридиональных разломов и вспышкой палеоценового и четвертичного вулканизма на Малом Кавказе, формированием пологих надвигов, тектонических ступеней в рельефе Большого Кавказа и проявлением грязевого вулканизма на Юго-Восточном Кавказе и в Куринской впадине. В пределах Среднекуринской впадины эти движения обусловили нарушения и смещения блоков мезозойских пород, отраженные на космических снимках в виде линейментов.

Открытие промышленной нефтегазоносности верхнемеловых и эоценовых отложений, а также установление вертикальной миграции и переформирования нефтяных залежей Среднекуринской впадины указывают на то, что линейменты данного региона следует рассматривать в качестве отражения нарушений мезозойского ложа впадины и, таким образом, в качестве отражения возможных путей миграции нефти и газа, что необходимо учитывать при нефтегазопроисловых работах.

ЗАПАДНО-ТУРКМЕНСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Юго-западная Туркмения, являющаяся старейшим нефтегазодобывающим районом страны, относится к одному из наиболее сложно построенных участков земной коры, где происходит сочленение и наложение разнородных тектонических элементов. Здесь проходит часть северной границы палео- и мезо-Тетиса, сдвиговые перемещения по которой привели к образованию своеобразных структур на «контактах скольжения» — Передового хребта Копетдага и Большого Балухана. Существование реликтовой субокеанической плиты Южного Каспия предопределило возникновение Аладж-Биналудской и Копетдагской складчатой сигмоиды в условиях сжатия в позднем мезозое и кайнозое и образование виргулирующих антиклинальных зон Западно-Туркменского борта впадины Южного Каспия.

Эти тектонические процессы привели к возникновению крупного седиментационного кайнозойского (возможно, мезозойско-кайнозойского) бассейна и обусловили его высокий нефтегазосный потенциал.

Важнейшей особенностью строения Западно-Туркменской межгорной впадины (рис. 185) является наличие крупных разломов, образующих серии тектонических ступеней, погружающихся от Западного Копетдага в сторону депрессии Каспийского моря, ограниченных Копетдаг-Дарджинским, Гограньдаг-Чикишлярским, Шорджа-Гокчанским и Зирик-Чадским региональными нарушениями. Кроме того, каждая ступень осложнена серией оперяющих разрывов, определяющих развитие этих ступеней и приуроченных к ним локальных складок [Васкровский и др., 1963].

Линейменты, выделенные в результате дешифрирования космических снимков, группируются в несколько разновозрастных систем различных простираний: широтные, субширотные, субмеридиональные, юго-запад—северо-восточные и юго-восток—северо-западные. Некоторые линейменты или их отдельные звенья нередко совпадают с уже известными тектоническими нарушениями, установленными по геолого-геофизическим данным и подтвержденными полевыми наблюдениями. Это позволяет большую часть линейментов отождествлять с разломами (рис. 186).

Транзитность большинства линейментов широтной и субширотной систем, т. е. прослеживаемость их по прямым и косвенным признакам в различных неотектонических зонах, позволяет однозначно трактовать их как зоны тектонических нарушений.



Рис. 185. Космический снимок территории Юго-Западной Туркмении, полученный с орбитальной станции «Салют-4»

Особого внимания из системы широтных линеаментов заслуживает Гяурлинский. Он хорошо дешифрируется на средне- и мелкомасштабных космических снимках по комплексу прямых (в горной области Западного Копетдага) и косвенных (в зоне аккумуляции Западно-Туркменской впадины) признаков и пересекает три различные геотектонические области. На этом основании его можно считать транзитным разломом, активно проявившимся и в новейшее время. На присутствие тектонического нарушения указывают: каньонообразный врез и коленообразное изменение простирания долины р. Гяурли, почти вертикальное, вплоть до опрокинутых в сторону долины, положение пластов левого берега при практически горизонтальном залегании мел-палеогеновых отложений на правом берегу.

Отдельные нарушения этой системы ограничивают зоны наиболее контрастных неотектонических движений, например Северо-Кызылкумский и Южно-Келькорский линеаменты, ограничивающие Челекенскую ступень. Активные движения по ним в неоген-четвертичное время способствовали формированию здесь высокоамплитудных, глубоко эродированных и интенсивно раздробленных складок. С широтной системой линеаментов связан и ряд эпицентров неглубоких землетрясений в зоне сочленения горно-складчатой области и межгорной впадины [Голинский и др., 1977].

Серия субширотных линеаментов — Пограничный, Южно-Копетдагский и др. — дешифрируется и на Аладаг-Мессерианской ступени, рассекая ее на ряд субширотных блоков. Западнее, в пределах Окарем-Чикишлярской ступени, они не прослеживаются, затухая у субмеридионального Джебельского разлома, а восточнее трассируются в западное погружение Копетдага, где дешифрируются по прямым признакам и контролируют размещение сложно построенных локальных складок.

Система субмеридиональных линеаментов включает три различных по протяженности линеамента, отождествляемые с разломами. Субмеридиональный линеамент, названный Береговым, проходит вдоль побережья Каспия. Косвенными признаками, указывающими на наличие здесь тектонического нарушения, являются прямолиней-

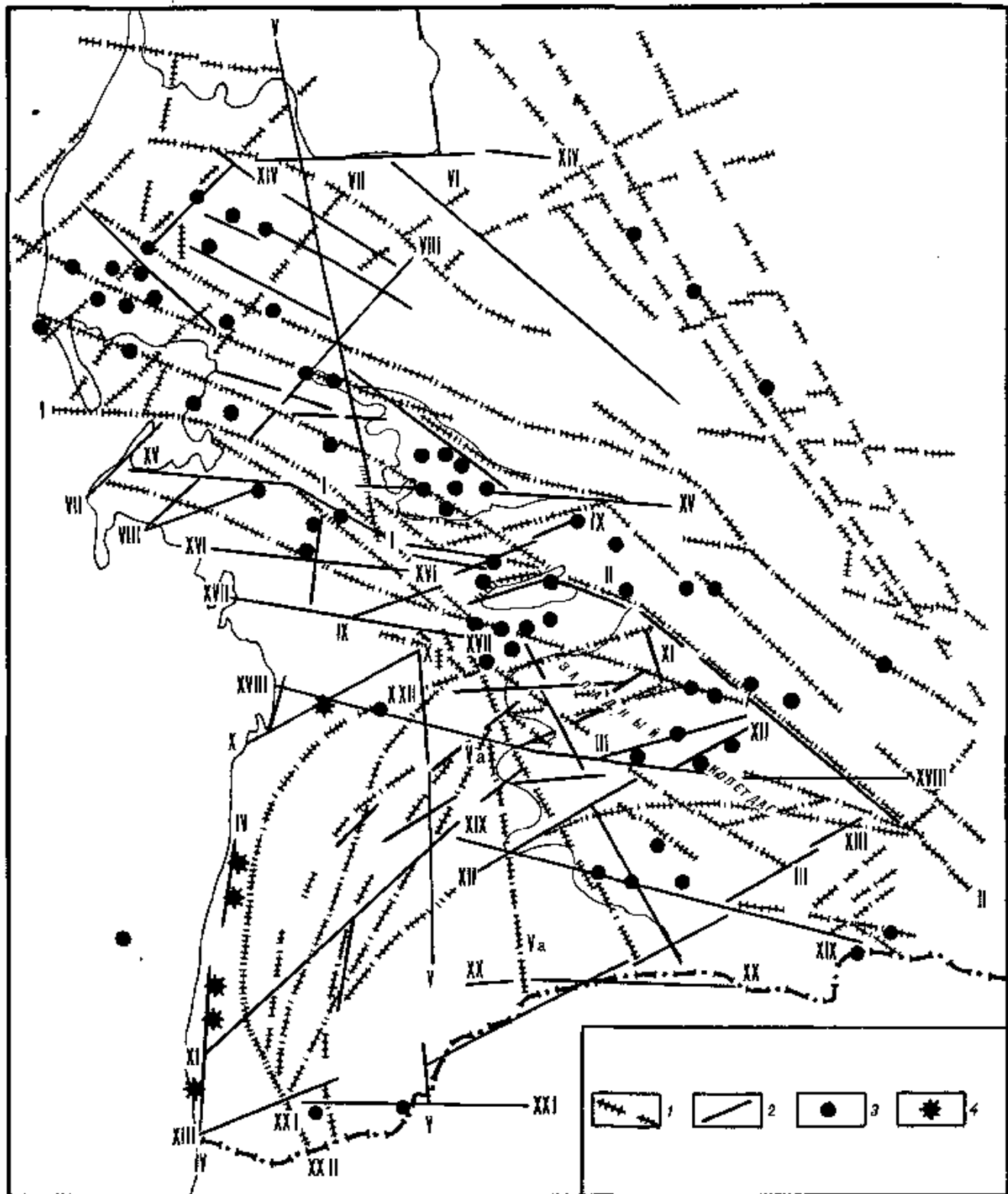


Рис. 186. Схема разломной тектоники Западно-Туркменской нефтегазоносной провинции и сопредельных территорий

1, 2 — разломы: 1 — выделенные по комплексу геолого-геофизических материалов, 2 — дешифрируемые на космических снимках: северо-западные: I — Дарджинский, II — Главный Копетдагский, III — Западный; субмеридиональные: IV — Береговой, V — Джебельский, Va — Зирик-Чарский, VI — Восточно-Карабогазский; северо-восточные: VII — Западно-Челекенский, VIII — Челекено-Балханский, IX — Межбалханский, X — Южно-Кызылкумский, XI — Чикишляро-Копетдагский, XII — Секуший, XIII — Южный, субширотные: XIV — Южно-Карабогазский, XV — Южно-Келькорский, XVI — Северо-Кызылкумский, XVII — Центрально-Кызылкумский, XVIII — Гиурлинский, XIX — Южно-Копетдагский, XX — Пограничный, XXI — Атрекский, XXII — Гограньдаг-Чикишлярский, 3 — эпицентры землетрясений, 4 — грязевые вулканы

ность береговой линии моря, резкий береговой уступ, линейно ориентированные цепочки лиманов, приуроченность к этой зоне грязевых вулканов. Береговой линеамент совпадает с известным Гограньдаг-Чикишлярским глубинным региональным разломом, который впервые был выделен по результатам вариометрической съемки Ф. А. Арест, А. А. Юрковой и подтвержден сейсморазведкой, установившей крупные флексуры в мезозойском (?) разрезе.

Второй линеамент этого простирания — Джебельский (рис. 187) — пересекает межгорную впадину и перикратонную зону Туранской плиты вплоть до южного берега Кара-Богаз-Гола. На севере он фиксируется в прямолинейных очертаниях побережья названного залива, имеет прямые «структурные» признаки в районе Большого Балхана, южнее дешифрируется по смене фототона, обусловленной сменой ландшафта, и на юге

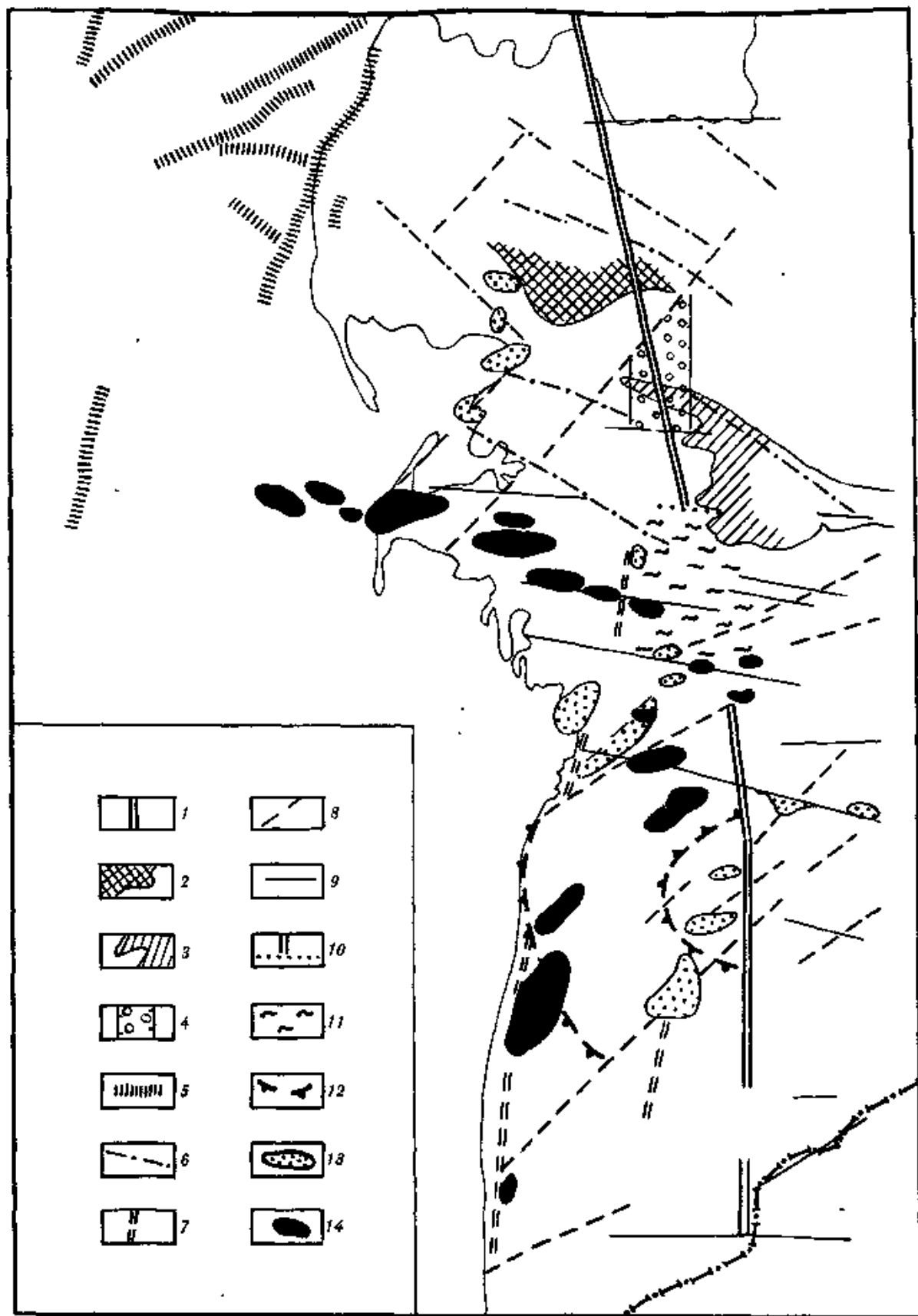


Рис. 187. Схема соотношения регионального Джебельского меридионального разлома со структурой южной окраины Туранской плиты и Западно-Туркменской межгорной впадины

1 — Джебельский разлом; 2 — Аджигирский выступ фундамента; 3 — западное замыкание Большебалханской мегантиклинали; 4 — меридиональное полосовидное изменение характера магнитного и гравитационного полей (интенсивности, простирания аномалий, появление дискордантных градиентов); 5 — наиболее интенсивные градиенты естественных геофизических полей; 6—9 — разломы: 6 — северо-западного, 7 — меридионального, 8 — северо-восточного и 9 — субширотного простираний; 10 — зона торцового сочленения Джебельского разлома со сбросо-сдвигами южного ограничения Большого Балхана; 11 — зона отсутствия на космических снимках Джебельского разлома, обусловленная интенсивным неоген-четвертичным прогибанием и развитием крупных широтных разломов; 12 — контур полукольцевых структур, ограниченных южным звеном Джебельского разлома; 13 — локальные поднятия, выявленные по космическим снимкам; 14 — месторождения нефти и газа

по резкому излому долины р. Атрск. Характерно, что он трассируется через различные геотектонические области и может быть отнесен к транзитным разломам древнего заложения. Активизация по Джебельскому разлому, судя по его хорошей выраженности на космических снимках, была и в неоген-четвертичное время.

В северной части региона Джебельский разлом разделяет Аджигирский выступ фундамента и Большебалханскую горст-антиклиналь [Структура..., 1968]. Этой зоне

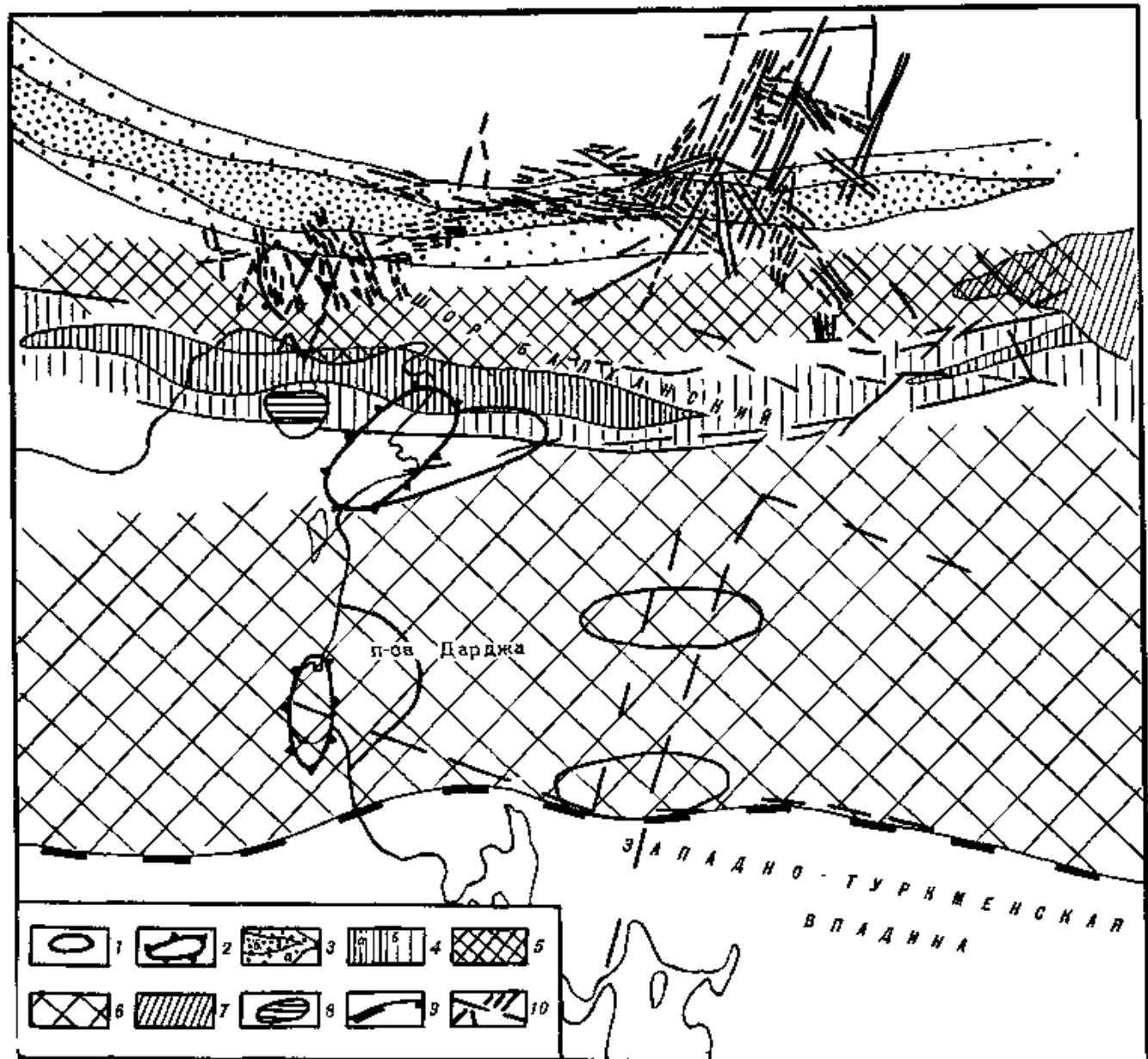


Рис. 188. Схема строения центрального звена Кубадаг-Большебалханской шовной зоны по данным дешифрирования космических снимков (с элементами строения геофизических полей)

1, 2 — структуры 1 — известные, 2 — выделенные при дешифрировании космических снимков, 3 — гравитационные минимумы (а) и их осевые части (б), 4 — гравитационные максимумы (б) и их осевые части (а), 5 — зона продольных глубинных разломов окраины Туранской плиты, 6 — шовная зона сочленения эпипалеозойской платформы и альпийской геосинклинали, 7 — Большебалханская мегантиклиналь, 8 — выходы на поверхность палеозойских гранитов, 9 — северная граница Западно-Туркменской впадины, 10 — разломы, отдешифрированные на среднemasштабных космических снимках

соответствует меридиональная полоса изменения характера строения магнитного и гравитационного полей. Южнее Большого Балхана разлом прерывается и торцово сочленяется с системой субширотных разломов. В пределах Челекенской ступени он практически не прослеживается, что может быть объяснено, во-первых, интенсивным позднеплиоцен-четвертичным прогибанием этой территории и накоплением больших мощностей синхронных осадков и, во-вторых, развитием здесь системы молодых субширотных нарушений, по которым, возможно, происходили сдвиговые перемещения, «затушевав-шие» этот меридиональный разлом.

Южное звено Джебельского разлома является как бы экраном для субширотной системы нарушений, не прослеживающихся, как указывалось выше, западнее разлома. С востока это звено ограничивает обширные полукольцевые структуры, выделенные по космическим снимкам на территории Западно-Туркменской впадины (см. рис. 187)

Третий линеамент данного простираения прослеживается восточнее Джебельского, имеет незначительную протяженность, слабее выражен на космических снимках и не рассматривается нами.

Система линеаментов юго-запад—северо-восточного простираения прослежена в Западно-Туркменской межгорной впадине, в Западном Копетдаге и на смежной части плиты

Наибольшее число линеаментов этого направления дешифрируется в Западном Копетдаге и на Аладаг-Мессерианской ступени. В остальных районах впадины выделены лишь единичные линеаменты, находящие продолжение и за ее пределами. Протяженные

линеаменты этой системы четко прослеживаются в зонах аккумуляции и фрагментарно со значительными смещениями — в зонах воздымания. Их распространение на северо-востоке ограничивается Главным Копетдагским разломом. Западнее, за пределами Копетдагского горно-складчатого сооружения, линеаменты этого направления трассируются далее на северо-восток, в пределы платформы, где они несколько изменяют свою ориентировку, «разворачиваясь» веером в северном направлении.

Линеамент, названный Южным, дешифрируется в виде разобщенных в плане отрезков, имеющих кулисное расположение, позволяющее предполагать по нему сдвиговые перемещения. Он прослежен в межгорной впадине и в горно-складчатой области, а также на юге Кызылкумского прогиба.

Наибольший интерес из системы линеаментов юго-восток—северо-западного простирания представляют линеаменты, образующие Копетдаг-Большебалханскую шовную зону [Структура..., 1968]. Она представляет собой протяженный (до 200 км) участок земной коры шириной около 35—40 км, образующий границу геотектонических областей, разделенный на продольные и поперечные блоки разломами (преимущественно сбросо-сдвигами и сбросами), сближающимися на значительной глубине и образующими там глубинный шов. К востоку эта зона через региональный «косой» сдвиг переходит в Главный Копетдагский разлом.

Наиболее сложное строение эта зона имеет в пределах Кубадаг-Большебалханского шовно-глыбового поднятия, ограниченного и рассеченного нарушениями различных направлений (рис. 188). Согласно имеющимся данным [Структура..., 1968], она характеризуется рядом особенностей, отличающих ее от сопредельных территорий Туранской плиты и альпийской геосинклинальной области. При дешифрировании космических снимков территории зоны выявлен ряд линеаментов, соотношение которых с элементами естественных геофизических полей показано на рис. 188. Здесь на примере центрального звена Кубадаг-Большебалханской шовной зоны можно проиллюстрировать «разрешающую» способность среднemasштабных космических снимков для расшифровки строения зоны.

Полосовые высокоинтенсивные аномалии естественных геофизических полей обрисовывают общие особенности строения и положения шовной зоны, а дешифрирование уточняет ее строение, характерными чертами которого являются: 1) глубинный разлом в мезозойских отложениях, представленный полосовой зоной высокой концентрации (около четырех частных разломов на 10 км²) разноориентированных, но закономерно группирующихся в несколько систем частных разломов и макротрещин; 2) наличие как продольных, так и диагональных (дискордантных к генеральному простиранию) составляющих разлома, образующих множество зон дробления; 3) преобладание сбросовых смещений, хотя на космических снимках отчетливо дешифрируются и сдвиги (продольные и поперечные), и сбросо-сдвиги; 4) сравнительно небольшое число разломов, трассируемых за пределами шовной зоны, что позволяет предположить наличие «собственного», развитого только в пределах зоны тектонического поля напряжений (напряжений скола).

Среди общих особенностей разломной тектоники региона, устанавливаемых по результатам дешифрирования космических снимков, следует отметить следующие.

1. Общее «расхождение» систем разломов от центральной части района (Челекен—Кубадаг—Большой Балхан—Малый Балхан), где развиты субширотные простирания, к преобладающим северо-западным простираниям на севере (платформенная территория) с образованием иногда взаимопересекающейся сетки разломов.

2. По кулисному положению звеньев разломов и по особенностям деформации «рассекаемых» структур можно (правда, не повсеместно) отдешифрировать и сдвиговые перемещения. Последние чаще всего намечаются среди системы субширотных и северо-восточных разломов в пределах Западного Копетдага.

3. На территории Западной Туркмении отдешифрированы преимущественно (если не исключительно) разломы (линеаменты), движения по которым были активными на последних этапах новейшего времени. При сравнении схем дешифрирования космических снимков и глубинной структуры региона можно классифицировать разломы по времени и интенсивности новейших деформаций, по масштабности проявления и характеру возникновения (унаследованные, новообразованные) и т. д.

4. Сравнение линеаментов, дешифрируемых на космических снимках, с разломами, выделенными главным образом по геофизическим данным, показывает в большинстве случаев пространственную «сходимость» (см. рис. 188). Появление ряда новых, неизвестных до дешифрирования космических снимков разломов вполне объяснимо разрешающей способностью этого нового метода.

Фазовый состав углеводородов в месторождениях

Месторождение	Наличие разломов, выходящих на поверхность (по космическим снимкам)	Фазовый состав углеводородов		
		преимущественно газ	нефть и газ	преимущественно нефть
Челекен	Многочисленные			+
Кум-Даг	»			+
Небит-Даг	»			+
Комсомольское	»			+
Котур-Тене	Единичные		+	
Барсагельмес	Нет		+	
Окарем	Единичные		+	
Гограньдаг	»		+	
Камышлджа	»		+	
Кызылкум	Нет	+		
Бурун	Единичные	+		
Куйджик	Нет	+		

5. Сопоставление разломов, отдешифрированных на космических снимках, с разломами, установленными при анализе естественных геофизических полей и их линейных аномалий, свидетельствует о миграции во времени основных шовных зон сочленения разнородных тектонических элементов вдоль окраины Туранской платформы.

Если на докембрийских этапах в пределах рассматриваемой территории северная граница палео- и мезо-Тетиса фиксируется сопряженной системой линейных (иногда парных) магнитных и гравитационных аномалий протяженностью более 500 км, расположенной северо-восточнее Копетдага и Большого Балхана, то современный сдвиго-надвиговый контакт по этой границе смещен к юго-западу. Наконец, новейшие разломные деформации в зоне сочленения намечены преимущественно линеаменами, дискордантными к простираанию аномальных зон естественных геофизических полей, а субширотные (точнее, запад-северо-западные) простираания древнейших разломов устанавливаются уже внутри зоны сжатия — в пределах Западного Копетдага и Западно-Туркменской впадины.

Непосредственно для вопросов геологии нефти и газа изучение дизъюнктивной тектоники с использованием информации космических съемок имеет многоплановый характер. На космических снимках отчетливо выделяются как локальные (в пределах месторождений), так и региональные зоны мега- и мезотрещиноватости, образованные упорядоченными системами однонаправленных линеаментов. Только некоторые из линеаментов, наиболее протяженные и подтверждаемые другими методами, рассматриваются как разломы, в большинстве своем они образованы при растяжении или сжатии без смещения и могут рассматриваться в виде трещин. Образуя зоны повышенной проницаемости для различных флюидов, в том числе и для углеводородов, эти зоны дают принципиально новую информацию о строении месторождения, складки или района, которая другими методами получена быть не может. Отрицательной стороной данного метода является то, что на космических снимках фиксируется приповерхностная ситуация, а аппроксимация ее к уровню продуктивного горизонта или складки требует привлечения геофизических или буровых материалов.

В зонах макро- и мезотрещиноватости создаются условия для вертикальной фильтрации углеводородов, т. е. как для переформирования залежей, так и для их разрушения. Это создает предпосылки для частичного прогноза фазового состояния углеводородов в структуре и для уточнения конфигурации блоковых полей на месторождениях с тектонически экранированными залежами (табл. 9).

Опыт дешифрирования территории месторождений Юго-Западной Туркмении в первом приближении показал, что если они осложнены разломами, выходящими на поверхность, т. е. однозначно дешифрируемыми, то в них содержится в основном нефть, если же «поверхностные» разломы отсутствуют, то — газ (Кызылкум) или газ и нефть (Окарем). При этом для повышения достоверности прогноза фазового состояния углеводородов в залежах совершенно необходимо применение материалов космических съемок в комплексном сочетании с традиционными геолого-геофизическими данными.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Как показано выше, дистанционные — аэрокосмические — методы заняли среди источников геолого-геофизической информации специфическое, свойственное лишь им место; они не заменили собой ранее применявшиеся методы, но значительно повысили эффективность всего комплекса материалов, подлежащих анализу при поисках месторождений нефти и газа.

В зависимости от масштаба проводимых аэрокосмических работ, их целей и задач они разделяются на обзорно-региональные, региональные и детальные.

Обзорно-региональные аэрокосмические исследования выполняются в масштабах 1 : 1 000 000—1 : 2 500 000, охватывая значительные территории. Объектом их является, как правило, нефтегазоносный (или перспективный) бассейн в целом, реже — отдельные его части. Основная цель работ — изучение общих особенностей геологического строения бассейна на основе выявленных взаимосвязей глубинной структуры с ландшафтом и оценка перспектив нефтегазоносности.

Региональные аэрокосмические исследования выполняются обычно в масштабе 1 : 200 000, а в районах со сложным геологическим строением — в масштабе 1 : 100 000. Объектом их изучения является зона нефтегазонакопления как составная часть нефтегазоносного бассейна в пределах отдельных нефтегазоносных провинций. Цель региональных исследований — уточнение строения известных и выявление новых зон нефтегазонакопления, изучение их неотектоники и глубинного строения с выделением первоочередных объектов для постановки последующих нефтегазопроисковых работ.

Многообразие методов применения аэрокосмической информации при поисках нефти и газа позволяет решать с их помощью различные задачи при изучении всех нефтегазоносных и перспективных бассейнов нашей страны.

К настоящему времени по ряду нефтегазоносных провинций получены результаты дистанционных исследований, выполненных в помощь нефтепоисковым работам. Накоплены сведения о проверке геолого-геофизическими методами рекомендаций, составленных по аэрокосмическим данным, которые применялись для целей региональных геолого-геофизических исследований, а также при детальных нефтегазопроисковых работах. Ниже анализируются опубликованные результаты некоторых исследований, проведенных в основном производственными организациями. Следует отметить, что первые результаты были получены по двум весьма различным территориям — Южно-Мангышлакской нефтегазоносной области [Флоренский, 1973] и Днепроовско-Припятской газонефтеносной провинции [Гридин, 1966, 1974], но почти одновременно было начато изучение и других нефтегазоносных провинций.

Региональные аэрокосмические исследования проведены в пределах большинства главнейших нефтегазоносных регионов. Проверка результатов регионального аэрокосмического изучения Днепроовско-Припятской газонефтеносной провинции последующими геофизическими и буровыми работами в целом подтвердила их эффективность.

Продольные зоны фотоаномалий, выявленные аэрокосмическими работами на моноклинальных склонах и в депрессионных частях, получили подтверждение отдельными пересечениями. В Припятской впадине из 31 зоны аномалий было рекомендовано к проверке 13; отдельными пересечениями проверено 10, подтверждено девять. Из 18 новых зон фотоаномалий, установленных в Днепроовско-Донецкой впадине, отдельными пересечениями проверено семь, подтверждено шесть. На востоке Припятской впадины из 87 известных локальных положительных структур только две (2,3%) не получили отображения на снимках. Значительным (более $\frac{2}{3}$ диаметра) смещением контуров характеризуются 24 поднятия (27,6% от общего числа известных структур). Удовлетворительное соответствие контуров (смещение от $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ диаметра) установлено для 41 структуры (41,1%); 20 поднятий (23%) характеризуются хорошим совпадением (смещение $< \frac{1}{3}$ диаметра) контуров.

В объединении «Башнефть» получены новые сведения о геологическом строении юго-восточного склона Южно-Татарского свода и южной части Благовещенской впадины. По линейно ориентированным компонентам ландшафта намечены зоны повышенной трещиноватости, являющиеся индикаторами разрывных нарушений, ограничивающих девонские грабенообразные прогибы и горстовидные поднятия [Гридин, Еременко, 1979]. В Сергеевско-Демском грабенообразном прогибе выделены поперечные зоны

разрывных нарушений, по которым установлены смещения участков прогиба и прилегающих к нему поднятий, расширены площади, перспективные в нефтеносном отношении. К западу от Сергеевско-Демского прогиба по результатам дешифрирования намечены четыре зоны, предположительно соответствующие грабенообразным прогибам; выявлены 62 локальные фотоаномалии. В 1978 г. в пределах северо-восточной периклинали Давлекановской фотоаномалии пробурена скважина, подтвердившая наличие структуры по горизонтам карбона и девона и установившая промышленную нефтеносность кыновских, фаменских и турнейских отложений. Для дальнейших нефтепоисковых работ рекомендованы три зоны и 10 локальных фотоаномалий.

В Прикамье исследованиями объединения «Пермнефть» детализировано неотектоническое районирование, выявлены протяженные зоны фотоаномалий, сопоставляемые с шовными зонами фундамента. На площади 60,4 тыс. км² прослежено продолжение ряда крупных валов (Васильевского, Кочевского и др.), известных по результатам предшествующих исследований, а также выделены 101 зона и 53 группы фотоаномалий, предположительно сопоставляемых с валообразными структурами, выступами кристаллического фундамента и погребенными рифогенными массивами.

Дешифрирование аэро- и космических снимков, выполненное объединением «Нижневожскнефть» в пределах Волгоградского Поволжья, позволило наметить системы северо-восточных и северо-западных разрывных нарушений. Установлено, что таким нарушениям соответствуют зоны аномальных плотностей терригенных и карбонатных пород палеозоя, характеризующиеся коллекторами весьма высокой емкости. Это позволяет использовать результаты аэрокосмических работ для прогнозирования зон трещинных коллекторов повышенной емкости, зон поглощения бурового раствора и аномально высокого пластового давления.

Комплексная обработка космических снимков и геофизических материалов дала возможность уточнить разломную тектонику Балтийской синеклизы и прилегающих районов [Артамонов и др., 1978]. На космических снимках этого региона выделено свыше 200 линейных элементов ландшафта, связанных с разрывными нарушениями. Примерно 50% линеаментов совпадают с разломами, известными по данным геолого-геофизических работ, около 25—30% подтверждаются имеющимися материалами при их дополнительной переинтерпретации; обнаруживается примерно столько же новых линеаментов. На космических снимках выявлено соподчинение разрывных нарушений разных порядков. Дифференцированные подвижки фундамента и осадочного чехла обусловили наибольшую концентрацию локальных структур, перспективных на нефть и газ, на пересечениях разломов нескольких направлений.

В пределах Южно-Мангышлакской нефтегазоносной области региональными работами объединения «Мангышлакнефть» прослежены ранее известные и выявлены новые зоны разломов, контролирующие структуры I и II порядков, выделена система субширотных и субмеридиональных разломов, определяющая блоковое строение изученной территории. Отмечена связь между выделенными по аэрокосмическим данным зонами линеаментов и повышенной трещиноватостью коллекторов в продуктивных пачках триаса. [Гридин, Еременко, 1979].

В Ферганской впадине геологи объединения «Узбекнефть» детализировали тектоническое районирование, уточнили положение продольных зон нарушений, выявили закономерную систему поперечных разломов и обусловленную ими неотектоническую зональность. Намечена связь пространственного размещения залежей углеводородов с активностью структурных форм в течение неоген-антропогенного этапа. В пределах Наукатского прогиба и в детальном масштабе на Большой Кырккольской антиклинали детализировано строение зон глубинных и региональных разломов, выявлен ряд новых разрывных нарушений; разломы разделены на три возрастные генерации. Большая Кырккольская антиклиналь рекомендована под глубокое бурение [Гридин, Еременко, 1979]. При изучении южного борта Ферганской впадины на участке Варык — Западный Бурдалык по космическим снимкам выявлено 20 фотоаномалий, из которых 15 соответствуют известным антиклинальным складам. В центральной части впадины выделено 10 аномалий, в том числе одна (Кокандская) в плане соответствует известному поднятию.

В закрытых районах Сурхандарьинской впадины по среднемасштабным космическим снимкам, полученным с космического корабля «Союз-9», выявлено около 40 участков, отождествляемых с локальными положительными структурами, из них 35 совпадают со структурами, известными по результатам предшествующих работ, а пять установлены впервые [Амурский, Тевелев, 1978].

При дешифрировании снимков Северо-Западного Кавказа и Западно-Кубанской

депрессии, полученных с орбитальной станции «Салют-4» [Румянцева, 1978], установлено, что большинство региональных структурных элементов изученной территории находят отражение на материалах космического фотографирования.

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции установлена система линейно ориентированных фотоаномалий, сопоставляемых с флексурно-разрывными зонами. На отдельных участках результаты дистанционных методов исследований подтверждены профилями МОГТ по продуктивным горизонтам. Предполагаемые флексурно-разрывные зоны разделяют значительные по размерам блоки, отличающиеся разнонаправленными движениями на неотектоническом этапе геологического развития и различными амплитудами вертикальных перемещений. Намечена закономерная связь размещения залежей углеводородов с особенностями неотектонических движений [Гридин, Еременко, 1979]. На Южно-Сургутском участке крупные зоны флексурно-разрывных нарушений являются границами литолого-фациальных комплексов, что позволяет уточнить нефтегазогеологическое районирование и обосновать перераспределение объемов и сроков выполнения поисковых работ. Результаты структурного дешифрирования обеспечивают также более рациональное размещение (в ряде случаев сокращение) сети точек наблюдений и профилей последующих геолого-геофизических работ.

Отчетным масштабом детальных аэрокосмических работ обычно принимается масштаб 1 : 50 000, а в районах сложного строения — 1 : 25 000. Детальные работы выполняются в пределах нефтегазодобывающих районов как на поисковом, так и на разведочном этапе. Объектом их изучения служит локальная структура или ее часть. Целью детальных исследований является уточнение строения известных и выявление новых перспективных на нефть и газ площадей (поисковых объектов) и подготовка их к детальным сейсморазведочным работам. Сопоставление результатов аэрокосмических и последующих геофизических и буровых работ позволяет установить, что данные детальных, как и региональных, аэрокосмических исследований также подтверждаются последующими геологоразведочными работами.

Еще в 1968—1970 гг. в Припятской впадине в результате аэрокосмических исследований на пологих моноклиналих крыльях известных зон поднятий были намечены фотоаномалии, сопоставляемые со структурными осложнениями по глубоко погруженным горизонтам. Аналогичные цепочки аномалий были выявлены на соседних площадях, а затем на северо-западе Днепровско-Донецкой впадины. Предполагалось, что амплитуды структурных осложнений сравнительно малы. В 1974—1975 гг. с учетом аэрокосмических данных на этих осложнениях в пределах северных крыльев Речицкого и Золотухинского поднятий пробурены три скважины. Скв. 200 и 201 Демеховской площади установлено наличие структурного осложнения. В скв. 25 Золотухинской площади из подсолевых отложений получен приток нефти. Эти материалы подтвердили перспективность нового направления нефтепоисковых работ в Припятской впадине — изучения и опробования пологих крыльев зон поднятий.

Внедрение более совершенных модификаций сейсморазведочных работ (МОГТ и др.) обеспечило переход к выявлению и картированию малоамплитудных структурных осложнений на моноклиналих крыльях зон поднятий. В 1976 г. такое осложнение было намечено сейсморазведкой, а в 1977—1978 гг. уточнено и детализировано по подсолевым и межсолевым отложениям в пределах Дубровской площади, расположенной на северном склоне Речицко-Вишанской зоны поднятий (см рис. 152). В плане Дубровская структура совпала с Будка-Шибенской фотоаномалией, выявленной в 1968—1972 гг. Буровыми работами в 1977—1980 гг. подтверждены межсолевая и подсолевая структуры. Обобщение полученных материалов позволило сотрудникам тематической партии объединения «Белоруснефть» В. Н. Бескопыльному, О. Д. Якубсону, В. А. Синельникову и другим сделать в 1980 г. вывод о наличии новой — Дубровской зоны поднятий, субпараллельной Речицко-Вишанской. В пределах этой зоны открыто месторождение с залежами в межсолевом и подсолевом комплексах, доказано существование задонских органогенных построек. Проведенными работами доказана перспективность поисков залежей нефти в малоамплитудных ловушках на склонах региональных зон поднятий.

Значительную помощь оказывают детальные аэрокосмические исследования при структурном обосновании заложения поисковых скважин и при наличии достаточно уверенных данных сейсморазведки. В практической работе объединений «Белоруснефть» и «Укрнефть» тщательно сопоставляются геологические, геофизические и аэрокосмические данные по контурам каждой из вводимых в бурение площадей. Решаются вопросы не только целесообразности бурения на данном участке, но и конкретного местоположения скважин в его пределах. В зависимости от расположения выявленных дистанцион-

ными методами разрывных нарушений и их зон, очертаний локальных поднятий и их блоков корректируется и уточняется местоположение каждой из планируемых скважин.

Результативность детальных аэрокосмических исследований иллюстрируется также на примере одной из площадей северо-запада Днепровско-Донецкой газонефтеносной области. Сопоставление результатов аэрокосмических, предшествующих и последующих геолого-геофизических работ по этому участку приведено на рис. 154. Площадь включает два месторождения нефти и газа. Длительное время здесь комплексом геолого-геофизических работ новых объектов, перспективных для поисков месторождений углеводородов, не выявлялось. Предшествующими геолого-геофизическими работами здесь установлено 13 локальных структур, в той или иной степени перспективных в нефтепоисковом отношении. Аэрокосмическими исследованиями, выполненными в 1973 г., выявлены фотоаномалии, сопоставляемые с указанными поисковыми объектами, и дополнительно намечено 18 фотоаномалий. Последующими геолого-геофизическими работами проверено 11 аномалий; 10 подтверждены в качестве поисковых объектов в каменноугольных отложениях. Параметрическое и поисковое бурение проводилось в пределах Белоусовской, Светличной, Остаповской, Озерянской-II и Горобиевской фотоаномалий (см. рис. 154). На Белоусовской и Светличной аномалиях открыты месторождения газоконденсата и нефти, которые введены в разведку. В пределах Остаповской фотоаномалии выявлена новая залежь углеводородов. На Озерянской-II аномалии в параметрической скважине получены притоки газа и керн с нефтью. Четыре площади, предложенные по аэрокосмическим данным, включены в план бурения.

На Белоусовской аномалии выявлены залежи неантиклинального типа. По результатам предшествующих и последующих сейсморазведочных работ в нижнекаменноугольных отложениях здесь отмечается пологая седловина между Гнединцевским поднятием на северо-западе и Чернухинским на юго-востоке. В итоге аэрокосмических исследований 1973 г. здесь была выявлена фотоаномалия, сопоставляемая с северо-западной периклиналью Чернухинского поднятия и отсеченная от него зоной поперечных (северо-восточного простирания) разрывных нарушений. Сопоставление, анализ и комплексная обработка имеющихся материалов аэрокосмических, геолого-геофизических, геохимических и структурно-геоморфологических работ позволили объединению «Укрнефть» выделить эту площадь в качестве перспективной и заслуживающей первоочередной проверки буровыми работами. Заложенная в ее пределах параметрическая скважина 110 в 1976 г. вскрыла газоконденсатную залежь. Последующее бурение поисковых скважин подтвердило наличие многопластовой залежи. Открытие залежи неантиклинального типа является началом нового направления, которое позволяет существенно расширить перспективные площади и повысить потенциал нефтегазоносности Днепровско-Донецкой впадины в целом. Пример Белоусовского месторождения показателен в отношении оценки возможностей использования детальных аэрокосмических исследований в комплексе с традиционными геолого-геофизическими работами в районах развитой нефтедобычи.

Сопоставление результатов аэрокосмических и последующих геолого-геофизических исследований в пределах рассматриваемой площади свидетельствует о том, что даже в районах значительной (хотя и неравномерной) изученности буровыми и геофизическими работами комплексирование дистанционных и традиционных методов позволяет получить новые сведения о глубинном строении, на их базе уточнить известные и выявить новые нефтепоисковые объекты с достаточно высокой степенью достоверности. Коэффициент подтверждаемости фотоаномалий как локальных нефтепоисковых объектов последующими геолого-геофизическими работами, судя по результатам работ в Днепровско-Припятской провинции, достигает 0,8--0,9. Всего в пределах этой провинции аэрокосмическими исследованиями выявлены 324 локальные аномалии: рекомендовано под проверку в качестве первоочередных 128 аномалий, проверено 54, подтверждено 44. В итоге поисково-разведочных работ на проверенных фотоаномалиях выявлены четыре месторождения и на шести площадях получены притоки нефти и газа. 13 площадей, рекомендованных по аэрокосмическим данным, введены или включены в план бурения.

Детальными работами объединения «Пермнефть» в Соликамской впадине вблизи известных месторождений нефти выявлено 36 фотоаномалий, в зоне сочленения Верхнепечорской и Соликамской впадин — 57 аномалий, из которых 34 соответствуют поднятиям, известным по результатам геофизических и буровых работ, а 23 выявлены впервые; в качестве первоочередных рекомендовано для проверки 14 аномалий. Аэрогеологическими методами детализировано Колвинское поднятие, намеченное ранее геологической съемкой, которое включено в фонд структур, подготовленных для поискового бурения.

На границе Соликамской депрессии и Предтуманского прогиба на трех аномалиях (Кубаринской, Верхнесвиинской и Знаменской), рекомендованных по аэрогеологическим данным для структурного бурения, в 1978 г. были обнаружены локальные поднятия по маркирующим горизонтам нижней перми. Ошшинское газовое месторождение (южная центриналиль Верхнепечорской депрессии) открыто в пределах ранее выделенной фотоаномалии.

Во внешних впадинах Среднеуральского краевого прогиба, в Верхнепечорской впадине и Западно-Уральской зоне складчатости, по данным Ю. А. Ильиных, аэрогеологическими исследованиями выявлено, намечено и детализировано более 150 аномалий, сопоставляемых с локальными пликативными структурами; 20 аномалий, рекомендованных к дальнейшим исследованиям, подтверждено сейсморазведкой и глубоким бурением. В пределах Кисловской, Искровской, Федорцовской аномалий в Соликамской впадине, Алтынной аномалии на Уфимском плато получены промышленные притоки нефти и газа из каменноугольных отложений.

В результате детальных аэрокосмических исследований на площадях Нижнедобрянско-Коробковской зоны развития верхнефранских рифов, расположенной на западном борту Уметовско-Линевской депрессии (Приволжская моноклиналиль), в 1978—1979 гг. выявлены 53 аномалии, предположительно сопоставляемые с рифами [Мокиенко и др., 1981]. Семь из них расположены над известными рифовыми телами, еще 10 в той или иной мере совпадают с рифами, установленными по результатам сейсморазведки. Остальные нуждаются в проверке.

Детальное дешифрирование материалов дистанционного зондирования, выполненное в комплексе с количественным учетом новейших тектонических движений, со структурно-геоморфологическими исследованиями и с использованием геолого-геофизических данных, позволило достаточно уверенно прогнозировать глубинное строение платформенного чехла Приволжской моноклиналиль [Махонин, 1981].

Аэрокосмическими работами управления «Запсибнефтегеофизика» в Среднем Приобье выявлены 142 фотоаномалии, из которых 73 совпадают с известными по геолого-геофизическим данным поднятиями, а 69 намечены впервые. На среднемасштабных снимках в ряде случаев удается очертить контур фотоаномалии, соответствующий или близкий к контуру локального поднятия. Примером может служить Майское поднятие, в пределах которого достоверность результатов аэрокосмических исследований подтверждена бурением. На Сургутском и Нижневартовском участках большинство известных нефтегазоносных структур нашли отображение на материалах специализированной фотосъемки. Дополнительно намечено 12 аномалий, предположительно сопоставляемых с локальными структурами. Две из них рекомендованы для проведения детальных сейсморазведочных работ [Гридин, Еременко, 1979].

Таким образом, дистанционные методы стали новым эффективным средством изучения нефтегазоносных территорий. Они обеспечивают получение новых сведений о неотектонике и глубинном строении, рационализируют нефтегазопроисковые работы и позволяют рекомендовать для их проведения не только новые направления, но и конкретные поисковые объекты. Результаты аэрокосмических исследований применяются на всех этапах и стадиях геологоразведочного процесса: при обзорно-региональных и региональных работах, при детальных поисках и разведке месторождений нефти и газа, а в ряде случаев — и при их эксплуатации. Проверка аэрокосмических данных последующими геофизическими и буровыми работами показала достаточно высокую степень их достоверности и позволила выявить ряд новых месторождений и проявлений нефти и газа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные исследования существенно пополнили методические основы геологического применения космической информации. Важнейшим результатом представляется систематическое изложение на конкретных примерах основных направлений использования космических изображений в геологической теории и практике. Разработаны методологические основы геологического дешифрирования и интерпретации космических снимков, общая стратегия и конкретные способы применения инструментальной техники и вычислительных средств в дистанционных геологических исследованиях, методика корреляции результатов дешифрирования с другими видами геолого-геофизической информации, принципы и приемы использования дистанционных средств при прогнозе и поиске полезных ископаемых, при изучении и прогнозировании современных геологических процессов. Показано место космической информации среди других инструментов и методов геологических исследований.

Среди конкретных методических достижений отметим следующие.

1. Показаны пути использования разных видов съемки (разрешающая способность, спектральные диапазоны, время суток и года), оптимальных для структурно-геологических исследований, изучения магматизма и глубинного строения литосферы, прогноза и поисков рудных и нефтегазовых месторождений в разных ландшафтных условиях.

2. Разработаны способы использования космической информации в изучении глубинного строения, тектонической делимости и расслоенности литосферы.

3. Разработаны приемы распознавания на аэрокосмических снимках активных тектонических нарушений разных типов; показана возможность использования полученных данных для долгосрочного сейсмического прогноза; разработаны принципы ландшафтной индикации медленных современных движений в платформенных областях.

4. Разработаны приемы дистанционной диагностики: разрывов и разрывно-сложчатых структур различных типов, плутонических массивов разного петрохимического состава и разной металлогенической специализации, разломов и линейных зон деформаций, скрытых на глубине, линейных и очаговых (кольцевых и круговых) рудоконтролирующих структур.

5. Показано применение космической информации при поисках нефтегазоносных структур, изучении структурного положения и строения рудных полей и месторождений.

6. Намечены пути прямого поиска нефтяных и сульфидных месторождений методами тепловой съемки и лидарной спектроскопии.

Главным научным результатом выполненных исследований является возможность использования космических изображений для изучения глубинного строения литосферы континентов. Это особенно важно потому, что континентальная литосфера — основной источник минеральных и энергетических ресурсов человечества.

Применение космических снимков в этой области многоаспектно. Во-первых, на космических снимках, особенно детальных, обнаруживается новая информация о морфологии и пространственных соотношениях геологических структур земной поверхности, что может быть использовано для выяснения структурно-кинематических закономерностей крупных объемов литосферы. Особого внимания заслуживают самые молодые — четвертичные структуры, доступные для изучения с помощью космических снимков на

всей поверхности континентов и потому представляющие собой тот временной интервал, для которого может быть построена глобальная тектоническая модель литосферы, необходимая для понимания пространственных и генетических структурных соотношений геологического прошлого.

Во-вторых, космические снимки позволяют обнаруживать, диагностировать и типизировать плутонические массивы и вулканические образования, обусловленные глубинными процессами.

Наконец, изучение разномасштабных космических снимков помогает определить черты неотектонического строения литосферы на разных ее уровнях, поскольку, чем выше степень генерализации изображения, тем более глубинные новейшие образования находят на нем свое отражение. Отсюда следует возможность сопоставлять структуры разных глубин, выявлять их сходство и различие, т. е. определять неотектоническое строение литосферы во всем ее объеме. Важным результатом такого анализа явилось обнаружение структурной дисгармонии в разрезах орогенических поясов, свидетельствующей о дифференцированности движений на разных уровнях литосферы, т. е. о ее тектонической расслоенности.

Говоря о том, что космические снимки помогают изучать глубинное строение литосферы, мы должны иметь в виду, что они служат лишь одним из источников информации наряду с данными структурной геологии, фациального и формационного анализа, петрологии, сейсмологии и геофизики. Лишь комплексное применение этих данных и методов исследования позволяет избавиться от одностороннего подхода к проблеме. Иными словами, в разработке проблемы и ее отдельных аспектов космические изображения являются мощным инструментом, не подменяющим, а дополняющим применение других методов и средств исследования.

Среди элементов глубинного строения литосферы наиболее изучены с помощью космических снимков линеаменты и кольцевые структуры. Линеамент — не синоним разлома, хотя отчасти объемы этих понятий совпадают. Значительная группа линеаментов не выражена разломами на поверхности, но является ландшафтным отражением латеральной делимости литосферы, зон трещиноватости, тектонических деформаций и нарушений, наиболее активных на тех или иных глубинных уровнях литосферы и слабо, а иногда лишь косвенно проявленных выше по разрезу вплоть до поверхности. Кольцевые и круговые структуры полигенны. Форма многих из них определяется вулканическими постройками, плутоническими комплексами и связанными с ними деформациями вмещающих пород. Некоторые структуры могут рассматриваться как глубинные диапиры.

Выполненные с помощью материалов космических съемок структурно-геологические исследования, изучение глубинного строения литосферы, в частности ее тектонической расслоенности, позволяют по-новому подойти к прогнозу сейсмичности, металлогении и нефтегазоносности территорий, к поиску структурных признаков месторождений рудных ископаемых, нефти, газа и подземных вод.

Объектами дистанционных методов изучения при металлогенических и прогнозных нефтегазопоисковых исследованиях являются геологические образования разных рангов: нефтегазоносные провинции, структурно-фациальные зоны, ареалы магматических пород и отдельные массивы, зоны разломов и, как их элементы, линейные рудоконцентрирующие структуры, узлы сочленения разломов и линеаментов разной глубины заложения, дайковые пояса, рудоконцентрирующие зоны очагового типа, выраженные круговыми и кольцевыми структурами, и т. п. Для их изучения дешифрируются и сопоставляются снимки разных масштабов. Дешифровочные признаки объектов в значительной мере зависят от ландшафтных условий региона.

При крупномасштабных исследованиях закономерностей размещений полезных ископаемых первоочередное значение имеет выявление структурно-геологических элементов контроля оруденения и концентрации нефти и газа, локальных рудоносных и нефтегазоносных структур. Объектами дистанционного изучения являются локальные структуры: складки, разрывы и зоны разрывов, блоки, вулкано-тектонические депрессии, интрузивные тела и связанные с ними нарушения вмещающих пород, зоны гидротермально измененных пород, литолого-стратиграфические комплексы. При распознавании указанных образований важная роль принадлежит материалам многозональных космических съемок относительно высокого разрешения и спектральным характеристикам объектов. Большое значение имеют их косвенные признаки: особенности геометрии и распределения эрозионной сети, почвенно-растительного покрова.

В итоге выполненной работы наиболее перспективными представляются следующие

направления дальнейшего применения аэрокосмической информации при фундаментальных геологических исследованиях.

1. Определение морфологии, пространственно-генетических соотношений и ранговой соподчиненности структурных зон и крупных структур земной коры; исследование тектонической природы линейamentов и кольцевых образований.

2. Изучение новейших и молодых структур земной коры, их пространственных соотношений в пределах континентов и шельфа, связи с ними явления современного и новейшего осадконакопления и вулканизма.

3. Исследование современного глубинного строения земной коры и ее проницаемости, соотношений разноглубинных новейших структур и тектонической расслоенности литосферы на современном этапе ее развития, что найдет применение при создании объемной модели современного строения, кинематики и динамики литосферы.

4. Анализ тектонических закономерностей размещения рудных и нефтегазовых провинций, районов и структур; разработка методов глубинного (объемного) картирования рудоносных и нефтегазоносных объектов разных рангов, обнаружения скрытого оруденения и прямого поиска нефтегазовых и некоторых рудных месторождений по связанным с ними тепловым и геохимическим аномалиям.

Общими для всех перечисленных направлений дистанционных исследований являются задачи создания спектрально-структурных образов геологических объектов в разных ландшафтных условиях и при разной выраженности на земной поверхности, совершенствования методов корреляции результатов аэрокосмических съемок и измерений с другими видами геологической информации в целях комплексной интерпретации данных.

Важнейшие направления практического применения этих исследований следующие: а) улучшение и удешевление геологического, структурного и тектонического картирования; б) обоснование выбора оптимальных трасс и участков геофизических исследований; в) долгосрочный прогноз стихийных геологических явлений: землетрясений, извержений вулканов, обвалов, селей, оползней, эрозии поверхности и аккумуляции; разработка методов использования многократных дистанционных съемок для текущего сейсмического и вулканического прогноза; выработка на этой основе рекомендаций о возможности и особенности строительства и землепользования на изучаемой территории; г) металлогенический прогноз, выделение и уточнение рудных районов, полей и структур; д) прогноз нефтегазоносности, выделение новых регионов и структур, перспективных для поисков нефти и газа.

Итак, применение космических съемок и измерений не заменяет наземных геологических, геофизических и геохимических исследований, а дополняет их, раскрывая или подчеркивая новые аспекты геологических явлений и образований. Использование космической информации становится продуктивным лишь в комплексе с этими исследованиями.

Применение космической информации в геологии имеет свою специфику. Если для решения метеорологических, сельскохозяйственных и многих географических задач необходимы периодически повторяющиеся съемки и измерения, то для большинства геологических задач (кроме изучения современных геологических процессов) достаточны одноразовые съемки, выполненные в разное время, в разных масштабах и в разных спектральных диапазонах. Тем не менее использование космической информации в геологии требует преодоления некоторых трудностей и недостатков, в той или иной мере сказывающихся на развитии и других областей применения данных дистанционного зондирования.

Одна из таких трудностей — недостатки технических средств получения информации. Так, многозональными космическими съемками высокого разрешения (типа съемок, выполняемых камерами МКФ-6 и МКФ-6М) недостаточно охвачены высокие широты, хотя опыт полета пилотируемого корабля «Союз-22» показал, что такие съемки возможны [«Союз-22». ., 1980]. Среди специальных видов съемки требует ускоренного развития тепловая съемка высокого температурного и пространственного разрешения и лидарная спектроскопия, необходимая для выявления активных глубинных структур, месторождений нефти, газа и некоторых руд по связанным с ними тепловым, геохимическим и газовым аномалиям.

Для дистанционной диагностики горных пород и образованных ими литолого-стратиграфических и магматических комплексов важны их спектральные характеристики. Необходимы унифицированная аппаратура и методика спектральных измерений и накопление банка данных о наземном и дистанционном спектрометрировании различных

геологических образований в разных ландшафтных условиях и с разной степенью их генерализации.

Еще больше актуальных задач в области обработки данных дистанционных съемок и измерений. Большой объем аэрокосмической информации требует создания и внедрения системы ее инструментальной и автоматической обработки на уровнях как выявления интересующих образований, так и их сопоставления с геологическими, геофизическими и геохимическими данными и конечной комплексной интерпретации. Для этого необходима сеть обрабатывающих звеньев — от немногочисленных крупных и разносторонне оснащенных научно-методических центров до пунктов обработки в научных производственных организациях. Такие пункты должны быть оснащены мини-ЭВМ, устройствами ввода и вывода видеoinформации, дисплеями и другим необходимым периферийным оборудованием.

Не меньшее, а может быть и большее, значение, нежели техническое обеспечение, имеет проблема кадров. По-настоящему эффективным в научном и производственном отношении использование космической информации станет лишь тогда, когда в этой работе будут участвовать не только специализированные организации и подразделения, но и все геологи, изучающие достаточно крупные природные объекты. Это требует надлежащей подготовки геологов, не только методической, но и психологической. Необходимо совершенствовать преподавание методики космических исследований в геологических высших учебных заведениях, может быть, ввести в некоторых из них особую специализацию, активизировать работу семинаров и школ распространения опыта, пропагандировать результаты применения космической информации на широких геологических совещаниях. Многие в этом отношении уже делается, но много работы еще впереди.

ЛИТЕРАТУРА

Абрикосов И. Х., Гридин В. И., Кожевников И. Н. Опыт использования аэрогеологических методов при нефтепоисковых работах (на примере Припятской впадины): Темат. науч.-техн. обзор. М.: ВНИИОЭНГ, 1974. 64 с.

Абрикосов И. Х., Кожевников И. Н., Гридин В. И. Применение аэро- и космических исследований при поисках месторождений нефти и газа за рубежом: Темат. науч.-техн. обзор. М.: ВНИИОЭНГ, 1975. 88 с.

Абросимов И. К., Богородский С. М., Востокова Е. А. Ландшафтные взаимосвязи и их использование при дешифрировании материалов аэро- и космических съемок для изучения глубинного строения западной части Туранской плиты. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1974, т. 2, с. 59—71.

Аванесов В. Г. Тектоника палеоген-мезозойского комплекса отложений центральной части междуречья Куры и Иори по новейшим сейсмическим данным в связи с нефтегазоносностью. — Азерб. нефт. хоз-во, 1980, № 9, с. 15—20.

Агамирзоев Р. А. К сейсмическому районированию Азербайджана. — В кн.: Сейсмоструктурная тектоника некоторых районов юга СССР. М.: Наука, 1976, с. 31—41.

Айзберг Р. Е., Гарецкий Р. Г. Разломная тектоника Белоруссии и смежных районов. — В кн.: Разломы Белоруссии и Прибалтики. Минск, 1974, с. 17—24.

Айзерман М. А., Браверман Э. М., Розенер Л. И. Экстраполяционные задачи автоматического регулирования и метод потенциальных функций. — Тр. III Всесоюз. совещ. по автоматизир. управлению и технике: Кибернетика. М.: Наука, 1967, т. 2. Самонастраивающиеся системы, распознавание образов. Релейные устройства и конечные автоматы, с. 154—162.

Акимова Е. В., Берлянт А. М., Волчанская И. К. Анализ тектонической трещиноватости по картографическим и аэрокосмическим материалам. — Сов. геология, 1976, № 7, с. 140—145.

Алиев А. А. Региональная трещиноватость Памира и ее металлогеническое значение. — Докл. АН СССР, 1980а, т. 250, № 4, с. 916—919.

Алиев А. А. Узлы длительной эндогенной активности Южного Памира. — Сов. геология, 1980б, № 1, с. 85—92.

Амантов В. А. Тектоника и формация Забайкалья и Северной Монголии. Л.: Недра, 1975. 223 с.

Амосов И. И., Горшков В. И., Гречишников Н. П. Палеотемпературы преобразования нефтегазоносных отложений. М.: Наука, 1980. 112 с.

Амурский Г. И., Тевелев А. В. Методические вопросы дешифрирования космических снимков Юго-Западного Гиссара и Сурхандарьинской впадины. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 62—67.

Анализ космических снимков при тектономагматических и металлогенических исследованиях. М.: Наука, 1979. 164 с.

Ананьева Е. М., Дорофеев Б. Ф. Элементы геологического строения восточного склона Урала по геофизическим данным. — Тр. Свердл. горн. ин-та, 1963, вып. 43, с. 33—41.

Ананьева Е. М., Дорофеев Б. В., Кейльман Г. А., Горюнович Е. Б. Геофизическая характеристика гранитоидных комплексов Урала. — В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1971, с. 30—44. (Тр. 2-го Урал. петрогр. совещ.; Т. 4).

Ананьин И. В. Об оценке величины сейсмической активности и максимально возможной энергии землетрясения в отдельных сейсмогенных зонах Кавказа. — В кн.: Сейсмогенные структуры и сейсмодислокации. М.: ВНИИГеофизика, 1973, с. 91—94.

Ананьин И. В. Сейсмогенность Северного Кавказа. М.: Наука, 1977. 148 с.

Ананьин И. В., Курбанов М. К., Мурадов Ч. М., Рахимов А. Р. Прогноз места разрушительного землетрясения в Предкопетдагской зоне разломов. — Изв. АН ТССР. Сер. Физ.-техн., хим. и геол. наук, 1981, № 10, с. 5—10.

Ананьин И. В., Трифионов В. Г. Составление сейсмичности с элементами дешифрирования космических изображений. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 11—17.

Антонов П. Л. Некоторые результаты исследований по молекулярной миграции углеводородных газов в горных горах. — В кн.:

Проблемы геохимических поисков нефтяных и газовых месторождений и вопросы ядерной геологии. М.: Недра, 1968, с. 132—153.

Антощенко-Оленьев И. В. Кайнозой Джидинского района Забайкалья. М.: Наука, 1975. 126 с.

Апрелков С. Е., Ежов Б. В. Тектоническое строение Центрально-Камчатского вулканического пояса и некоторые особенности локализации оруденения. — Геология и геофизика, 1978, № 12, с. 125—129.

Арабаджи М. С., Васильев Ю. М., Гальянова Т. И. и др. Глубинное строение восточной части Прикаспийской впадины в связи с перспективами нефтегазоносности. М.: Наука, 1971. 272 с.

Аранов В. А. Кольцевые вулкано-плутонические структуры Чаткало-Кураминского региона. — В кн.: Проблемы вулканизма. Петропавловск-Камчатский: Дальневост. кн. изд-во, 1964, с. 199—201.

Арган Э. Тектоника Азии. М.; Л.: ОНТИ, 1935. 192 с.

Аргентов В. В. Глубинное строение Приморья (по данным ГСЗ). М.: Наука, 1976.

Аристархова Л. Б. Морфометрический анализ топографических карт Прикаспийской впадины в связи с изучением ее тектонической структуры. — В кн.: Поиски нефти и газа в солянокупольных областях. М.: Недра, 1970, с. 36—43.

Артамонов М. А., Богородский С. М. Особенности проявления локальных поднятий и региональных разломов плато Устюрт и Мангышлака на высотных аэро- и космических снимках. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1974, № 12, с. 67—72.

Артамонов М. А., Богородский С. М., Шерemet О. Г. Некоторые вопросы методики комплексной интерпретации аэрокосмической информации и геофизических полей при изучении структуры закрытых регионов (на примере Туранской плиты). — Исслед. Земли из космоса, 1980, № 6, с. 65—75.

Артамонов М. А., Востоков Е. Н., Шерemet О. Г. Разломная тектоника Балтийской синеклизы и прилегающих территорий по космическим и геолого-геофизическим данным. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 141—146.

Артамонов М. А., Исавев Е. Н., Яковлев Н. А. Геолого-геофизическое истолкование фотоаномалий разновысотных аэро- и космических снимков. — Сов. геология, 1971, № 9, с. 5—15.

Артамонов М. А., Шерemet О. Г., Богородский С. М., Бушинский В. Г. Структурно-тектоническое районирование закрытых территорий на основе комплексного анализа результатов дешифрирования аэро- и космических снимков и интерпретации магнитного и гравитационного полей (на примере Восточного Устюрта): Экспресс-информация. М.: ВИЭМС, 1977. 48 с. (Общая и региональная геология, геологическое картирование; № 8).

Артемьев В. Г., Башаринов А. Е., Бородин Л. Ф. и др. Измерения СВЧ-излучения земных покровов с борта самолета в зонах загорания лесных массивов и торфяных болот. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геоботаника, почвоведение, гидрология. М.: ВИНТИ, 1974, т. 3, с. 75—77.

Артемьев М. Е., Балавадзе Б. К. Изостазия Кавказа. — Геотектоника, 1973, № 6, с. 20—23.

Астахов В. И., Ероменко В. Я. Геологическая информативность телевизионных косми-

ческих снимков закрытых районов (на примере Приенисейской Сибири). — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1974, т. 2, с. 72—77.

Астахов В. И., Ероменко В. Я. Новейший структурный план и рельеф Западной Сибири по данным телевизионной космической съемки. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 242—245.

Астахов В. И., Ероменко В. Я. Методика геологического дешифрирования телевизионных космических снимков (на примере платформенных областей Сибири). — В кн.: Применение дистанционных методов при геологических исследованиях. Л.: ВСЕГЕИ, 1978, с. 5—38.

Атлас океанов. Атлантический и Индийский океаны: (Рельеф дна. Тектоника. Геоморфология. Толщина земной коры до поверхности Мохоровичича. Атмосферная циркуляция). М.: МО, ВМФ, 1977.

Атлас палеотектонических и структурно-формационных карт палеозоя юго-западного Алтая / Гл. ред. М. В. Муратов. М.: Аэрогеология, 1978.

Атлас Таджикской ССР. Душанбе; Москва: ГУГК, 1968.

Афанасов М. Н. Дайковый комплекс в активизированной части Становой складчатой области. — В кн.: Закономерности структуры литосферы. Л., 1969, с. 109—114. (Зап. Ленингр. горн. ин-та; Т. 8, вып. 2).

Афанасьев Н. Ф., Теосьев А. В. Системный подход к исследованию процесса дистанционного изучения геологических объектов. — В кн.: Применение новых видов аэросъемок при геологических исследованиях Л. ВСЕГЕИЛАЭМ, 1976, с. 106—118.

Афанасьева Н. С., Буш В. А., Кац Я. Г. и др. Особенности структуры Средиземноморского пояса по данным дешифрирования космических снимков. — В кн.: Тектоника Средиземноморского пояса. М.: Наука, 1980, с. 123—132.

Ашимор П. А. Катализ и ингибирование химических реакций. М.: Мир, 1966. 240 с.

Аэрометоды геологических исследований. Л.: Недра, 1971. 704 с.

Бабкин П. В., Литовченко З. И. Использование материалов радиолокационной аэросъемки. — Сов. геология, 1976, № 10, с. 120—128.

Байков А. И. Магматизм и оруденение центров позднемелового вулканизма Центральной Камчатки: Автореф. дис... канд. геол.-минерал. наук. Владивосток, 1970. 22 с.

Бакиров А. А. Современные представления о геологическом строении кристаллического фундамента Русской платформы. — Тр. Акад. нефт. пром-сти, 1954, вып. 1, с. 5—71.

Бакиров А. А. Геологические основы прогнозирования нефтегазоносности недр. М.: Недра, 1973. 344 с.

Бакиров А. А. Геологические принципы районирования нефтегазоносных территорий. — В кн.: Принципы нефтегеологического районирования в связи с прогнозированием нефтегазоносности недр. М.: Недра, 1976а, с. 16—52.

Бакиров А. А. Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений нефти и газа. М.: Недра, 1976б. 416 с.

Баскина В. А. Магматизм зон концентрации крупных рудных месторождений. — В кн.:

Магматизм и полезные ископаемые. М.: Наука, 1975, с. 25—42.

Батурина Е. Е. Глубинные разломы — главные рудоконтролирующие структуры Западно-Забайкальской редкометальной провинции. В кн.: Тектоника Сибири. М.: Наука, 1976, т. 7, с. 263.

Башаринов А. Е., Гурвич А. С., Егоров С. Г. Определение геофизических параметров по измерению теплового излучения на ИСЗ «Космос-243». — Докл. АН СССР, 1969, т. 188, № 6, с. 1154—1156.

Башилова И. И., Еремин В. К., Махин Г. В. Некоторые результаты применения телевизионных изображений Земли, сделанных из ближнего космоса, для изучения региональных геологических структур. — Сов. геология, 1972, № 1, с. 6—13.

Башилова И. И., Еремин В. К., Махин Г. В. Космические телевизионные снимки как средство тектонического районирования крупных территорий и прогнозирования полезных ископаемых. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1973, с. 102—110.

Белеловский М. Л. Некоторые черты глубинной тектоники Гаджикской депрессии по геофизическим данным. — В кн.: Тектоника Памира и Тянь-Шаня. М.: Наука, 1964, с. 25—35.

Беличенко В. Г. Каледониды Байкальской горной области. Новосибирск: Наука, 1977. 134 с.

Беллавин О. В. Некоторые результаты применения гравиметрии при изучении гранитных массивов на Среднем Урале. — В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1971, с. 45—53. (Тр. 2-го Урал. петрогр. совещ.; Т. 4).

Белоусов В. В. Эндогенные режимы материков. М.: Недра, 1978. 232 с.

Белый В. Ф. Стратиграфия и структуры Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Наука, 1977. 172 с.

Белый В. Ф. Формации и тектоника Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Наука, 1978. 214 с.

Белневский Н. А., Борисов А. А. Структура и мощность земной коры СССР. — В кн.: Структура фундамента платформенных областей СССР. М.: Наука, 1974, с. 381—393.

Береговой Г. Т., Киенко Ю. П. Изучение природных ресурсов Земли методами дистанционного зондирования. — Геодезия и картография, 1977, № 4.

Берзинь Л. Э., Болотов Л. М., Брангулис А. П. и др. Разломы фундамента и нижнего структурного яруса чехла территории Латвии. — В кн.: Разломы Белоруссии и Прибалтики. Минск, 1974, с. 32—46.

Берзинь Л. Э., Востоков Е. Н., Конев С. В. Строение акваториальной части Балтийской синеклизы. — В кн.: Региональная тектоника Белоруссии и Прибалтики. Минск: Наука и техника, 1977, с. 41—48.

Бескровный Н. С., Гемп С. Д., Шварц Т. В. Глубинные разломы Западной Туркмении и их роль в формировании нефтяных залежей. Л.: Гостоптехиздат, 1963. 106 с. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 210).

Бирюлин В. П., Голубев О. А., Миронов В. Д. и др. Геохимические поиски газонефтяных залежей методом дистанционной лазерной спектроскопии метана в приземном воздухе. — Геология нефти и газа, 1979, № 4, с. 27—31.

Бобович Я. С. Дистанционная спектроскопия спонтанного комбинационного рассеянного света. — Журн. прикл. спектроскопии, 1974, т. 21, № 3, с. 560—573.

Богданов Ю. Б. Корреляция разрезов досреднепротерозойских образований в восточной части Балтийского щита. — В кн.: Стратиграфическое расчленение и корреляция докембрия северо-восточной части Балтийского щита. Л.: Наука, 1971, с. 85—89.

Богданов Ю. Б., Былинский Р. В., Глебовицкий В. А., Доливо-Добровольский А. В. Главный Беломорский глубинный разлом. — Геотектоника, 1980, № 3, с. 15—22.

Богданов Ю. Б., Воинов А. С., Доливо-Добровольский А. В. Блоковые структуры в истории геологического развития Балтийского щита. — В кн.: Региональная тектоника раннего докембрия СССР. Л.: Наука, 1980, с. 120—129.

Богданов Ю. Б., Доливо-Добровольский А. В., Леманов Е. В. Роль космических снимков при определении движений блоков земной коры. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 148—160.

Богданова С. В., Лапинская Т. А., Поддуба Н. В. Петрофизическая характеристика фундамента. — В кн.: Изучение геологического строения Восточно-Европейской платформы геофизическими методами. М.: Недра, 1971, с. 68—84.

Богомолов Л. А. Дешифрирование аэроснимков. М.: Недра, 1976. 144 с.

Богородский С. М., Буклин В. В., Козлов В. А., Соловьева Л. И. Некоторые вопросы методики использования космических снимков (по результатам работ на комплексных геологических полигонах). — Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 73—80.

Богородский С. М., Гаврилов В. П., Кирюхин Л. Г. и др. Строение Туранской плиты по данным комплексной интерпретации геолого-геофизических и космогеологических исследований. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 7, с. 97—111.

Богородский С. М., Соловьева Л. И. Анализ геологической структуры Мангышлак Устьюртского региона по материалам разномасштабных аэро- и космических съемок. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 168—183.

Бовв Н. И., Гордиенко В. В., Кутас Р. И. Об аномалиях теплового потока на месторождениях сульфидов. — Геофиз. сб., 1977, вып. 79, с. 73—77.

Бондаренко П. М. Моделирование надвиговых дислокаций в складчатых областях. М.: Наука, 1976. 217 с. (Тр. ИГиГ СО АН СССР; Вып. 267).

Борисов А. А. Глубинная структура территории СССР по геофизическим данным. М.: Недра, 1967. 303 с.

Борисов А. А., Суворов А. И., Каленик В. Н. Глубинное строение и главные глубинные разломы земной коры на территории СССР. — В кн.: Тектоника территории СССР. М.: Наука, 1979, с. 16—31.

Борисов О. М. О поперечном глубинном разломе Тянь-Шаня. — Узб. геол. журн., 1962, № 2, с. 15—22.

Борисов О. М., Глух А. К. Региональные линейные и кольцевые структуры Средней Азии по данным дешифрирования космоснимков. — Узб. геол. журн., 1976, № 6, с. 43—46.

Борисов О. М., Глух А. К. Кольцевые структуры Чаткальского региона (Срединный Тянь-Шань). — Узб. геол. журн., 1978, № 2, с. 32—35.

Борисов О. М., Глух А. К. Основные кольцевые структуры и линейные элементы Западного Узбекистана. — Узб. геол. журн., 1979, № 3, с. 32—39.

Борисов О. М., Глух А. К., Ким О. И. Кольцевые структуры и локальные складки южной части Юго-Западного Гиссара. — Узб. геол. журн., 1980, № 3, с. 30—37.

Борнеман Б. А., Овчинников С. К. Геология Заалайского хребта (северный склон центральной части). — Тр. Таджикско-Памирской экспедиции, 1936, вып. 65, с. 15—25.

Боровский В. В., Клопов А. Л., Подсопова Л. Л., Песковский И. Д. Элементы геологического строения Западно-Сибирской плиты по данным дешифрирования мелкомасштабных космических снимков в связи с оценкой нефтегазоносности. — Исслед. Земли из космоса, 1980, № 6, с. 80—86.

Борукаев Ч. Б. Докембрий Австралии и Новой Зеландии. — В кн.: Докембрий континентов: Австралия, Африка. Новосибирск: Наука, 1971, с. 5—108.

Борукаев Ч. Б., Башарин А. К., Берзин Н. А. Докембрий континентов. Новосибирск: Наука, 1977. 261 с.

Бронгулеев В. В., Воробьев И. В. Карта рельефа разновозрастного фундамента Восточно-Европейской платформы и ее морфологический анализ. М.: Изд-во МГУ, 1976. 64 с.

Брусничкина Н. А., Гусев Н. А. Возможности изучения глубинного строения Западной Грузии по данным дешифрирования космических снимков. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1974, т. 2, с. 43—50.

Брюханов В. Н. Методы использования данных дистанционного зондирования при поисках полезных ископаемых. — В кн.: Материалы Междунар. учеб. семинара ООН по применению дистанционного зондирования. Баку, 1977, с. 302—313.

Брюханов В. Н., Глуховский М. З., Ставцев А. Л. Кольцевые структуры Земли. — Природа, 1977, № 10, с. 54—65.

Брюханов В. Н., Еремин В. К., Макаров В. И. и др. Применение материалов космических съемок для решения теоретических задач геологии. — В кн.: Аэрокосмические исследования Земли. М.: Наука, 1979, с. 251—261.

Брюханов В. Н., Моралев В. М. Космическая информация и геологические исследования. — Исслед. Земли из космоса, 1980, № 1, с. 49—54.

Булгатов А. Н., Булнаев К. Б., Очиров Ц. О. и др. Тектонические разломы Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1978. 111 с.

Булина Л. В., Спичарский Т. Н. Гетерогенность фундамента Сибирской платформы. — В кн.: Тектоника Сибири. М.: Наука, 1970, т. 3, с. 105—120.

Бунэ В. И. Сейсмичность и сейсмическое районирование Средней Азии. — В кн.: Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 г. Ташкент. Фан, 1971, с. 347—369.

Буртман В. С. Таласо-Ферганский сдвиг (Тянь-Шань). М.: Наука, 1964. 143 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 104).

Бурштар М. С. Основы теории формирования залежей нефти и газа. М.: Недра, 1973. 255 с.

Бухарцев В. П. Геологические предпосылки вероятностного прогноза нефтегазоносных зон по локальной расчлененности поверхностного рельефа платформенных территорий — В кн.: Математика, ЭВМ и АСУ в геологии нефти и газа. М.: ИГиРГИ, 1973, с. 130—149.

Буш В. А. Системы трансконтинентальных линейных элементов Евразии. — Геотектоника, 1983, № 3, с. 5—30.

Буш В. А., Гарецкий Р. Г., Кирюхин Л. С. Тектоника эпигеосинклинального палеозоя Туранской плиты и ее обрамления. М.: Наука, 1975. 192 с.

Буш В. А., Кац Я. Г. Тектоническое районирование Средиземноморского альпийского пояса по результатам дешифрирования космических снимков. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 74—79.

Буш В. А., Лебедев С. И., Махин Г. В. и др. Применение материалов космических съемок при поисках полезных ископаемых. — Сов. геология, 1980, № 2, с. 3—8.

Бызова С. Л., Копп М. Л., Курдин Н. Н. и др. Дешифрирование тектонических линейных элементов по космическим снимкам Кавказа. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 3, с. 51—61.

Былинский Р. В., Доливо-Добровольский А. В., Рабинович Ю. И. Некоторые структурные критерии сульфидного медно-никелевого оруденения (Восточный пояс, Карелия). — В кн.: Петрологические основы формирования сульфидных медно-никелевых месторождений и критерии их прогноза. Петрозаводск, 1978, с. 127—130. (Всесоюз. симпоз., тез. докл.).

Быстревская С. С., Кливаденко Л. Д. Феодосийско-Славянский линейный элемент. — Докл. АН УССР. Сер. Б, 1980, № 9, с. 3—8.

Быстревская С. С., Пашкевич И. К. О глубинной трансрегиональной зоне длительной тектоно-магматической активизации в пределах Восточно-Европейской платформы. — Геол. журн., 1979, т. 39, № 6, с. 106—112.

Вальд А. Последовательный анализ. М.: Физматгиз, 1960. 284 с.

Вартанова Н. С., Завьялова И. В., Щербанова З. В. Мезозойские щелочные гранитоиды Западного Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1976. 176 с.

Васильковский Н. П. Стратиграфия и вулканизм верхнего палеозоя юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1952. 304 с.

Васильковский Н. П., Ковылин В. М. Геология и геофизика дна Японского моря. — В кн.: Океанологические исследования. М.: Наука, 1973, № 23, с. 8—22.

Вашилов Ю. Я. Глубинные разломы Яно-Колымской складчатой области и Охотско-Чукотского вулканического пояса и их роль в образовании гранитных интрузий и формировании структур (по геофизическим данным). — Сов. геология, 1963, № 4, с. 17—27.

Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.

Взрывные кратеры на Земле и планетах. М.: Мир, 1968. 266 с.

Виноградов Б. В. Космические методы изучения природной среды. М.: Мысль, 1976. 296 с.

Виноградов Б. В., Григорьев А. А., Липатов В. Б., Черненко А. П. Инфракрасная аэросъемка и наземные исследования термальной структуры ландшафта сухих степей. — В кн.: Исследование природной среды космическими

средствами: Геоботаника, почвоведение, гидрология. М.: ВИНТИ, 1974, т. 3, с. 69—74.

Виноградов Б. В., Севастьянов В. И. Проблемы исследования природной среды с пилотируемых космических кораблей. — Исслед. Земли из космоса, 1980, № 1, с. 14—24.

Витязь В. И. Периодичность размещения геологических структур платформенных областей Сибири. М.: Недра, 1982. 176 с.

Вовк И. Ф. Радиолитиз подземных вод как источник водорода и кислорода в земной коре. — Докл. АН УССР. Сер. Б, 1973, № 1, с. 8—11.

Волчанская И. К. Морфоструктурные построения и особенности локализации некоторых рудных узлов Приморья. — В кн.: Локальное прогнозирование в рудных районах Востока СССР. М.: Наука, 1972, с. 6—17.

Волчанская И. К., Кулинич Р. Г., Фаворская М. А., Шило Г. К. О некоторых методах выявления магмо- и рудоконтролирующих структур. — В кн.: Новые данные по магматизму и минерализации в рудных районах Востока СССР. М.: Наука, 1971, с. 14—28.

Волчанская И. К., Сапожникова Е. И. Сопоставление результатов морфоструктурного анализа с дешифрированием космических снимков. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: Наука, 1976, т. 5, с. 231—241.

Волчегурский Л. Ф., Воробьев В. Т., Галактионов А. Б. и др. Космофотогеологическое картирование — новый вид изучения структуры земной коры нефтегазоносных районов. — В кн.: Проблемы геологии нефти. М.: Недра, 1977а, вып. 15, с. 84—93.

Волчегурский Л. Ф., Воробьев В. Т., Галактионов А. Б. и др. Использование космических снимков для изучения глубинных структур земной коры нефтегазоносных областей. Статья 1. Глубинная структура и неотектоника Северного Прикаспия. — Изв. вузов, Геология и разведка, 1977б, № 10, с. 88—95.

Волчегурский Л. Ф., Козлов В. В., Ромашов А. А. Использование космических снимков для изучения глубинных структур земной коры нефтегазоносных областей. Статья 2. Региональные кольцевые структуры (на примере Арало-Каспийского региона). — Изв. вузов, Геология и разведка, 1978, № 4, с. 43—52.

Вольвовский В. С., Вольвовский Б. С. Разрезы земной коры территории СССР по данным ГСЗ. М.: Сов. радио, 1975. 267 с.

Вотах О. А. Структурные элементы Земли. М.: Наука, 1976. 192 с. (Тр. ИГиГ СО АН СССР; Вып. 266).

Высоцкий И. В. Основы геологии природного газа. М.: Гостоптехиздат, 1954. 384 с.

Гаврилов В. П. Влияние разломов на формирование зон нефтегазоаккумуляции. М.: Недра, 1975. 271 с.

Гальперов Г. В., Перцов А. В., Брусничкина Н. А. Аэрометоды геологического изучения районов двухъярусного строения. Л.: Недра, 1979. 112 с.

Ганкевич А. В. Космические методы и средства исследования природных ресурсов Земли. — В кн.: Использование космической техники в прикладных целях. М.: ВИНТИ, 1974, с. 87—220. (Итоги науки и техники. Ракетостроение; Т. 4).

Гаркаленко И. А., Белоусов В. С. Глубинное строение Черноморской впадины. — Геол. журн., 1971, вып. 31, № 6, с. 33—41.

Гаркаленко И. А., Ушаков С. А. Земная кора Курильского региона. — Сов. геология, 1978, № 11, с. 20—25.

Гафаров Р. А. Сравнительная тектоника фундамента и типы магнитных полей древних платформ (Восточно-Европейской, Сибирской и Северо-Американской). М.: Наука, 1976. 270 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 279).

Гельфанд И. М., Губерман Ш. А., Кейлис-Борок В. И. и др. Условия возникновения сильных землетрясений (Калифорния и некоторые другие регионы). — В кн.: Исследование сейсмичности и моделей Земли. М.: Наука, 1976, с. 25—37. (Вычислительная сейсмология; Вып. 9).

Гендлер В. Е., Канфельд О. М., Козицкая М. Т., Козлов В. А., Лившиц И. Ф. Некоторые результаты работ по дешифрированию фотоснимков, сделанных с пилотируемых космических кораблей. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1973, с. 94—95.

Геологическая карта Евразии. Масштаб 1 : 5 000 000 / Гл. ред. А. П. Марковский. М.: Мингео СССР, 1975.

Геологическая карта Монгольской Народной Республики. Масштаб 1 : 1 500 000 / Гл. ред. Н. А. Маринов. М.: ГУГК, 1971.

Геологические исследования в области перевальной железной дороги через Главный Кавказский хребет. СПб.: Управление по сооружению железных дорог. 1914. Т. VIII. 326 с., 4 карты.

Геологические исследования из космоса. М.: Мир, 1975. 200 с.

Геологическое дешифрирование космических снимков восточной части Средиземноморского пояса. Л.: Недра, 1980. 206 с.

Геологическое изучение Земли из космоса. М.: Наука, 1978. 228 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 317).

Геологическое строение СССР. М.: Недра, 1968. Т. 2. 535 с.

Геологическое строение фундамента Западно-Сибирской плиты (по геологическим и геофизическим данным). Л.: Недра, 1971. 208 с. (Тр. СНИИГГиМС. Сер. Региональная геология; Вып. 76).

Геология и минеральные комплексы Западного Карамазара. М.: Недра, 1972. Т. 1. 440 с.

Геология Кореи / Под ред. В. Л. Масайтиса. М.: Недра, 1964. 264 с.

Геология нефти. М.: Гостоптехиздат, 1960. Т. 1. 592 с.

Геология нефти и газа Западной Сибири. М.: Недра, 1975. 680 с.

Геология нефтяных и газовых месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. М.: Недра, 1970. 797 с.

Геология СССР. Т. 8. Крым. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 575 с.

Геология СССР. Т. 12. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Ч. 1. Геологическое описание. Кн. 2. М.: Недра, 1969. 304 с.

Геология СССР. Т. 19. Хабаровский край и Амурская область. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1966. 736 с.

Геология СССР. Т. 23. Узбекская ССР. Ч. 1. Геологическое описание. Кн. 2. М.: Недра, 1972. 476 с.

Геология СССР. Т. 30. Северо-Восток СССР. Ч. 1. Геологическое описание. Кн. 1, 2. М.: Недра, 1970, кн. 1. 548 с.; кн. 2. 536 с.

Геология СССР. Т. 31. Камчатка, Курильские и Командорские острова. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1964. 733 с.

Геология СССР. Т. 32. Приморский край. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 695 с.

Геология СССР. Т. 40. Южный Казахстан. Ч. 1. Геологическое описание. Кн. 1. М.: Недра, 1971. 534 с.

Геология СССР. Т. 42. Южная Якутия. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1972. 495 с.

Геоморфология Карелии и Кольского полуострова. Л.: Недра, 1977. 184 с.

Геофизика океана. Т. 2. Геодинамика / Под ред. О. Г. Сорохтина. М.: Наука, 1979. 416 с.

Герасимов И. П. Опыт геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР. — В кн.: Проблемы физической географии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946, вып. 12, с. 3—17.

Герасимов И. П. Структурные черты рельефа земной поверхности территории СССР и их происхождение. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 100 с.

Гзовский М. В. Основные вопросы тектонофизики и тектоники Байджансайского антиклинория. М.: Изд-во АН СССР, 1963, Ч. 3, 4. 544 с.

Гзовский М. В. Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 536 с.

Гидярова М. А. Стратиграфия и структура докембрия Карелии и Кольского полуострова. Л.: Изд-во ЛГУ, 1972. 201 с.

Гинзбург С. Н., Скорняков С. М., Лахтинов М. О. Применение геотермического метода при разведке полиметаллических месторождений. — Разведка и охрана недр, 1976, № 9, с. 28—31.

Гинтов О. Б. Структуры континентальной земной коры на разных этапах ее развития. — Киев: Наук. думка, 1978. 164 с.

Глубинное строение земной коры территории Узбекистана. Ташкент: Фан, 1971. 276 с.

Глубинное строение Приморья (по данным ГСЗ) / В. В. Аргентов, Г. С. Гнибиденко, А. А. Попов, С. В. Потапов. М.: Наука, 1976. 90 с.

Глуховский М. З. О кольцевых структурах и линейных разломах Алданского щита и Становой складчатой зоны (по материалам дешифрирования телевизионных космических снимков). — Геотектоника, 1976, № 5, с. 36—48.

Глуховский М. З. Кольцевые структуры юго-востока Сибири. — В кн.: Кольцевые структуры Земли. Иркутск, 1978, с. 22—38.

Глуховский М. З., Моралев В. М., Кузьмин М. И. Тектоника и петрогенезис катархейского комплекса Алданского щита в связи с проблемой протофиолитов. — Геотектоника, 1977, № 6, с. 103—117.

Глуховский М. З., Павловский Е. В. К проблеме ранних стадий развития Земли. — Геотектоника, 1973, № 2, с. 3—7.

Глушкова О. Ю., Смирнов В. Н. О мегатрещиноватости Анадырского бассейна. — В кн.: Геоморфология и неотектоника горных областей Дальнего Востока. Владивосток, 1977, с. 120—130.

Гнибиденко Г. С. Рифтовая система дна Охотского моря. — В кн.: Роль рифтогенеза в геологической истории Земли. Новосибирск: Наука, 1977, с. 206—211.

Голеницкий С. И. Землетрясения районов трассы БАМ на участке от северной оконеч-

ности оз. Байкал до р. Олекмы. — В кн.: Геологические и сейсмические условия района БАМ. Новосибирск: Наука, 1978, с. 126—138.

Голыздра Г. Я. Геологическое проявление напряжений в земной коре Доно-Днепровского прогиба по результатам дешифрирования космических снимков. — Докл. АН УССР. Сер. Б., 1978, № 7, с. 7—10.

Голинский Г. Л., Кондорская Н. В., Рахимов А. Р. и др. Западная Туркмения. — В кн.: Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1977, с. 171—197.

Гольбрайх И. Г., Забалуев В. В., Миркин Г. Р. Тектонический анализ мегатрещиноватости — перспективный метод изучения закрытых территорий. — Сов. геология, 1966, № 4, с. 63—73.

Гоникберг В. Е. Положение ареалов кайнозойского базальтоидного вулканизма в новейшей структуре Саяно-Прибайкальского региона (по данным дешифрирования космических снимков системы «Метеор»). — В кн.: Вулканизм и вулканоструктуры: Тез. докл. 5-го Всесоюз. вулканол. совещ. Тбилиси: Мецниереба, 1980, с. 98—100. Ротапринт.

Гоним Г. Б. Космическая фотосъемка для изучения природных ресурсов. Л.: Недра, 1980. 320 с.

Горлов Н. В. Структура беломорид. Л.: Наука, 1967. 109 с.

Горлов Н. В. Гранито-гнейсовые купола раннего докембрия. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1972, № 12, с. 61—76.

Горлов Н. В. К проблеме древнейших геоструктурных областей материковой коры. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1975, № 2, с. 13—28.

Гравитационное поле и рельеф дна океана. Л.: Недра, 1979. 295 с.

Гречишников Н. П., Флоренский В. К. Палеометрия и история развития юрского прогиба Ферганского хребта. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1981, № 10, с. 31—37.

Грибков В. В. Грязевые сопки — новый поисковый признак на нефть и газ в Западном Казахстане. — Геология нефти и газа, 1975, № 11, с. 21—25.

Григорьев А. В. О тектонических структурах и особенностях геологического развития Алая и Памира. — Изв. Тадж. фил. АН СССР, 1946, № 11, с. 57—67.

Григорьев Ал. А. Космическая индикация ландшафтов Земли. Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. 139 с.

Гридин В. И. Некоторые вопросы теоретического обоснования аэрогеологического и морфометрического методов. — В кн.: Стратиграфия, литология и полезные ископаемые БССР. Минск: Наука и техника, 1966, с. 221—233.

Гридин В. И., Еременко Н. А. Дистанционные методы изучения геологического строения нефтегазоносных регионов. — Вестн. АН СССР, 1979, № 10, с. 69—78.

Грицюк Я. М. Сводово-блоковая морфотектоника западной части Алтае-Саянской горной области по данным геологического дешифрирования космических снимков. — В кн.: Аэрокосмические исследования природных ресурсов. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979, с. 57—72.

Гришин М. П., Пятницкий В. К., Ремпель Г. Г. Тектоническое районирование и рельеф фундамента Сибирской платформы по геологическим и геофизическим данным. —

В кн.: Тектоника Сибири. М.: Наука, 1970, т. 3, с. 47—53.

Гришкян Р. И., Малышев Ю. Ф. Ортогональные разломы Алданского щита по результатам изучения геолого-геофизическими и аэрокосмическими методами. — В кн.: Тектоника советской Азии. Владивосток, 1976, с. 56—69.

Гришкян Р. И., Юшманов В. В. Особенности сверхвысотного космического изображения вулканических поясов Дальнего Востока. — В кн.: Кольцевые и купольные структуры Дальнего Востока. Владивосток, 1977, с. 17—20.

Гроссвальд М. Г. Развитие рельефа Саяно-Тувинского нагорья. М.: Наука, 1965. 166 с.

Губин И. Е. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 464 с.

Гуревич А. Е., Капченко А. Н., Кругликов Н. М. Теоретические основы нефтяной гидрогеологии. Л.: Недра, 1972. 270 с.

Гусев Н. А. Изучение районов современного вулканизма и его связи с глубинной геологией по снимкам из космоса. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 80—94.

Гусев Н. А., Кариженский Е. Я., Шилин Б. В. Инфракрасная аэросъемка при изучении районов активной гидротермальной деятельности. — Сов. геология, 1972, № 1, с. 20—30.

Гутенберг Б., Рихтер К. Ф. Сейсмичность Земли. М.: Изд-во иностр. лит., 1948.

Гутерман В. Г. Эволюция многофазно-слоистой тектоносферы. Киев: Наук. думка, 1977. 154 с.

Дальян И. Б., Посадская А. С. Геология и нефтегазоносность восточной окраины Прикаспийской впадины. Алма-Ата: Наука, 1972. 191 с.

Дашкевич Н. Н., Мусатов Д. И., Фейгин Е. Б. и др. Глубинное строение западной части Сибирской платформы и связь с ним траппового магматизма. — В кн.: Геологические результаты прикладной геофизики. М.: Наука, 1968, с. 17—37.

Десяткин Е. В. Кайнозой Внутренней Азии (стратиграфия, геохронология, корреляция). М.: Наука, 1981. 250 с. (Тр. Сов.-Монг. компл. геол. экспед.: Вып. 27).

Деннис Дж. Международный словарь английских тектонических терминов. М.: Мир, 1971. 288 с.

Дзевановский Ю. К. К вопросу пространственного распространения мезозойских щелочных и субщелочных пород Алданской плиты. В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Восточной Сибири и Дальнего Востока. М.: Госгеолтехиздат, 1956, с. 32—41.

Дианов-Клоков В. И., Лукишин В. В., Склярченко И. Я., Шакула Ю. П. О вариациях содержания метана во всей толще земной атмосферы. — Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1975, т. 2, № 10, с. 993—998.

Диденко М. И., Кочнева Н. Т. Использование дешифрирования космических снимков при металлогенических исследованиях. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1975, № 5, с. 15—20.

Дмитриевский А. Н. Литолого-генетический анализ и его роль в прогнозировании и нефтегазоносности осадочных бассейнов. — Геология нефти и газа, 1979, № 12, с. 13—19.

Доливо-Добровольский А. В. Геологическое дешифрирование материалов радиолокационной аэросъемки Кольского полуострова. — В кн.: Новые методы получения информации различными дистанционными приемниками и

ее обработки для решения геологических задач. М.: ВИЭМС, 1972, с. 32—34. (Общая и региональная геология, геологическое картирование; № 6).

Доливо-Добровольский А. В. К вопросу об изучении кольцевых структур по космическим снимкам. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1974, т. 2, с. 90—92.

Доливо-Добровольский А. В. Геометрия радиолокационных, инфракрасных и других новых видов аэроснимков (аэрограмметрия). Л.: Недра, 1976. 52 с.

Доливо-Добровольский А. В. Методика комплексного истолкования материалов дистанционных съемок при геологосъемочных работах: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Л.: ВСЕГЕИ, 1977. 24 с.

Доливо-Добровольский А. В. Комплексное истолкование материалов аэро- и космических съемок. — В кн.: Методическое руководство по геологической съемке масштаба 1 : 50 000. Л.: Недра, 1978, с. 35—44.

Доливо-Добровольский А. В., Перцов А. В., Скублова Н. В. Аэро- и космические методы при прогнозировании и поисках месторождений (обзор). М.: ОНТИ ВИЭМС, 1980, с. 20—60.

Доливо-Добровольский А. В., Стрельников С. И. Методика совместного использования разномасштабных космических и аэроснимков при геологических исследованиях. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология, М.: ВИНТИ, 1974, т. 2, с. 93—102.

Доливо-Добровольский А. В., Стрельников С. И. Роль космических снимков при изучении линейных и кольцевых структур. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 184—202.

Доливо-Добровольский А. В., Стрельников С. И. Основные типы крупнейших эндогенных кольцевых структур земной коры. — В кн.: Применение дистанционных методов при геологических исследованиях. Л.: Недра, 1978а, с. 38—62.

Доливо-Добровольский А. В., Стрельников С. И. Радиолокационная аэросъемка. — В кн.: Методическое руководство по геологической съемке масштаба 1 : 50 000. Л.: Недра, 1978б, с. 20—23.

Долицкий А. В. Реконструкция тектонических структур. М.: Недра, 1978. 150 с.

Долицкий А. В., Кийко И. А. О причинах деформаций земной коры. — В кн.: Проблемы планетарной геологии. М.: Госгеолтехиздат, 1963, с. 291—312.

Древние платформы Евразии: Докембрий континентов. Новосибирск: Наука, 1977. 312 с. (Тр. ИГиГ СО АН СССР; Вып. 378).

Думанский С. Г., Кульчицкий Д. И. Геотермическая характеристика нефтяных и газовых месторождений Предкавказского прогиба и применение геотермического метода разведки для поисков глубинных структур. — В кн.: Региональная геотермия и распространение термальных вод в СССР. М.: Наука, 1967, с. 75—84.

Дюкрок А. Физика кибернетики. — В кн.: Кибернетика — неограниченные возможности и возможные ограничения: Итоги развития. М.: Наука, 1974, с. 86—101.

Ежов Ю. А. Основные черты геотермии Урала и сопредельных территорий. — В кн.:

Глубинное строение Урала. М.: Наука, 1968, с. 314—323.

Елизаров Ю. З., Забродин В. Е., Чиков Б. М. Докембрий Африки и Аравии. — В кн.: Докембрий континентов: Австралия, Африка. Новосибирск: Наука, 1976, с. 103—195.

Еремин В. К., Брюханов В. Н., Махин Г. В., Можаяев Б. Н. Состояние и основные задачи развития аэро- и космических методов в геологии. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 10—15.

Еремин В. К., Кац Я. Г. О методах космической геологии. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 7, с. 3—7.

Ероменко В. Я. Геологическая информативность дистанционных методов, используемых при геологическом картировании складчатых областей (на примере Енисейского кряжа и Алтае-Енисейской области): Экспресс-информация. М.: ВИЭМС, 1977. 24 с. (Общая и региональная геология, геологическое картирование; № 1).

Ероменко В. Я., Каттерфельд Г. Н. Использование космических снимков при изучении региональных и глобальных систем линейментов Земли — Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 23—29.

Живая тектоника, вулканы и сейсмичность Станового нагорья / В. П. Солоненко, А. А. Тресков, Р. А. Курушин и др. М.: Наука, 1966. 232 с.

Жонголович И. Д. Внешнее гравитационное поле Земли и фундаментальные постоянные, связанные с ним. — Тр. Ин-та теорет. астрономии, 1952, вып. 3, с. 30—65.

Журавлев В. С. Сравнительная тектоника Печорской, Прикаспийской и Североморской экзогональных впадин Европейской платформы. М.: Наука, 1972. 399 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 232).

Заболоцкий Е. М. Основные этапы активизации Становой области. — Геология и геофизика, 1972, № 3, с. 63—69.

Замараев С. М., Мазукабзов А. М., Рязанов Г. В. и др. Древняя структура земной коры Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1975. 186 с.

Запольнов А. К., Кратц К. Ю. Тектоническое районирование фундамента. — В кн.: Основные проблемы геологического строения Русской плиты. Л.: Наука, 1979, с. 66—83.

Захаров С. А. Развитие тектонических представлений в Таджикистане и гипотеза зонного тектогенеза. Душанбе: Дониш, 1970. 306 с.

Золотов М. Г. Ядерно-сводовые и кольцевые структуры Приамурья. — В кн.: Тектоника востока советской Азии. Владивосток, 1976, с. 3—33.

Зоненшайн Л. П., Городницкий А. М. Палеозойские и мезозойские реконструкции континентов и океанов. — Геотектоника, 1977, № 2, с. 3—34; № 3, с. 3—24.

Иванова Т. П., Трифонов В. Г. Сочетание дистанционных и наземных методов исследования молодых складчатых деформаций западного погружения Колетдага. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 114—122.

Иерархия геологических тел / Под ред. Ю. А. Косыгина, В. А. Кулындышева, В. А. Соловьева. Хабаровск: Хабар. кн. изд-во, 1977. 679 с.

Изох Э. П., Русс В. В., Кунаев И. В. и др. Интрузивные серии Северного Сихотэ-Алия

и Нижнего Приамурья, их рудоносность и происхождение. М.: Наука, 1976. 384 с.

Изучение геологического строения Восточно-Европейской платформы. М.: Недра, 1971. 120 с.

Индийский океан. Батиметрическая карта. Масштаб 1 : 10 000 000. М.: ГУГК СССР, 1977.

Исследования природной среды с пилотируемых орбитальных станций. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 270 с.

Ичетовкин Н. В. Глубинные разломы Примагадальского района Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и их металлогеническое значение. — Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока. Магадан, 1978, вып. 24, с. 13—19.

Калашников Ю. А. Сквжинная геотермия — метод поисков сульфидных руд. — Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1975, № 1, с. 57—60.

Калецкая М. С., Сигов А. П., Загорская Н. Г. Урал, Шай-Хой и Новая Земля. — В кн.: Горные страны Европейской части СССР и Кавказ. М.: Наука, 1974, с. 227—231.

Камалетдинов М. А. Покровные структуры Урала. М.: Наука, 1974. 229 с.

Каплан А. А., Сулейдис П. И. Некоторые особенности тектоники Прибалтики в связи с ее нефтегазоносностью. — Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1970, т. 15, вып. 3, с. 40—50.

Карасев О. И. Разломы Белоруссии и Прибалтики (по данным дешифрирования космических снимков). — В кн.: Тектоника и полезные ископаемые Белоруссии и Прибалтики. Калининград, 1978, с. 23—27.

Караханян А. С. Линейменты и кольцевые структуры Малого Кавказа. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1981, № 3, с. 31—36.

Карп Б. Я., Моуравова Е. В., Шевальдин Ю. В., Филатьев В. П. Новые данные о строении земной коры в юго-западной части Японского моря. — В кн.: Вопросы геологии и геофизики окраинных морей северо-западной части Тихого океана. Владивосток, 1974, с. 145—154.

Карта нефтегазоносности СССР. Масштаб 1 : 2 500 000 / Гл. ред. В. В. Сименович. М.: Мингео СССР, 1976.

Карта новейшей тектоники СССР. Масштаб 1 : 5 000 000 / Под ред. Н. И. Николаева, С. С. Шульца. М.: ГУГК СССР, 1956.

Карта разломов территории СССР и сопредельных стран. Масштаб 1 : 2 500 000 / Гл. ред. А. В. Сидоренко. М.: Мингео СССР, 1978.

Карта рельефа фундамента Восточно-Европейской платформы. Масштаб 1 : 2 500 000 / Гл. ред. Н. В. Неволин. М., ВНИИГеофизика, 1976.

Каттерфельд Г. Н. Лик Земли и его происхождение. М.: Географгиз, 1962. 152 с.

Кац Я. Г., Козлов В. В., Сонин И. И., Трофимов Д. М. Методика геологического дешифрирования многозональных космических снимков. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 17—22.

Кац Я. Г., Копп М. Л. О классификации дешифровочных признаков геологических объектов при дистанционных исследованиях. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 11, с. 30—37.

Кац Я. Г., Макарова Н. В., Козлов В. В., Трофимов Д. М. Структурно-геоморфологический анализ Крыма по дешифрированию космических снимков. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1981, № 3, с. 8—20.

Кац Я. Г., Рябухин А. Г. О природе кольцевых фотоаномалий, выявленных на космиче-

ских изображениях юга Восточно-Европейской платформы. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 47—54.

Кац Я. Г., Рябухин А. Г., Трофимов Д. М. Космические методы в геологии. М.: Изд-во МГУ, 1976. 246 с.

Кац Я. Г., Скарятин В. Д., Трофимов Д. М. О суперлинеаментах Средиземноморского пояса и сопредельных платформ, выявленных при дешифрировании космических снимков. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология, дистанционное зондирование. М.: Наука, 1980, с. 143—150. (МГК, 26-я сес. Докл. сов. геологов).

Кейльман Г. А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов. М.: Недра, 1974. 200 с.

Кикина М. А., Порошин С. В. Геологическая интерпретация дешифрирования линейных структур Азово-Каспийского региона. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1980а, № 6, с. 151—155.

Кикина М. А., Порошин С. В. Строение области сочленения Восточно-Европейской платформы и Скифской плиты в пределах Предкавказья по космогеологическим данным. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1980б, № 7, с. 129—131.

Кириллова Г. Л., Турбин М. Т. Формации и тектоника Джагдинского звена Монголо-Охотской складчатой области. М.: Наука, 1979. 116 с.

Клубов В. А. Палеоструктурный анализ восточных районов Русской платформы. М., 1973. 177 с. (Тр. ВНИГНИ; Вып. 130).

Клушин И. Г. Многокомпонентная мера близости для выбора оптимального варианта интеграции. Киев: Наук. думка, 1972 / (Геофиз. сб.; № 46).

Клушин И. Г. Интерпретация Урало-Африканской аномалии геопотенциала в геодинамическом аспекте. — В кн.: Геофизика. Геология и катастрофические природные явления. Геология континентальных окраин. М.: Наука, 1980, с. 57—64.

Кнауф В. И. О глубинно-глыбовой природе структуры Тянь-Шаня. — Тр. Упр. геологии и охраны недр при СМ КиргССР, 1962, сб. 2, с. 11—25.

Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И. Геологическое дешифрирование многозональных космических снимков. — Исслед. Земли из космоса, 1980, № 1, с. 88—94.

Князев В. С., Крючков В. П., Микляев В. И. и др. Комплексный корреляционный анализ геофизической информации для изучения глубинного строения Туранской плиты. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1981, т. 56, вып. 1, с. 30—40.

Князев В. С., Флоренский П. В., Чарыгин А. М. и др. Строение и состав фундамента и пермо-триасового комплекса Туранской плиты. — В кн.: Строение фундамента молодых платформ. М.: Наука, 1972, с. 28—46.

Козленко В. Г., Старостенко В. И., Субботин С. И. Строение коры и верхней мантии по гравиметрическим данным. — В кн.: Тектоносфера Земли. М.: Наука, 1978, с. 220—267.

Козловский Е. А. Геологи открывают богатства недр. М.: Недра, 1980. 127 с.

Комаров В. Б., Можаяев В. Н. Современные аспекты разработки и использования дистанционных методов при геологических исследованиях в СССР. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология: Дистанционное зондирование. М.: Наука, 1980, с. 102—110. (МГК, 26-я сес. Докл. сов. геологов).

Комаров В. Б., Номоконова В. Ф., Узлеву Ю. В. Дальнейшее развитие вопросов фотографической фильтрации изображений в целях геологического дешифрирования. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 271—280.

Комаров В. Б., Старостин В. А., Нявро Б. П. Радиолокационная аэро съемка и ее значение в комплексе аэро- и космических методов геологических исследований. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1973, с. 111—119.

Комаров В. Б., Старостин В. А., Нявро Б. П. Развитие исследований в СССР по использованию радиолокационных изображений для геологических целей. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1974, т. 2, с. 103—106.

Комплекс дистанционных методов при геологическом картировании таежных районов. Л.: Недра, 1978. 248 с.

Кондиайн О. А., Голуб Д. П. Уральская складчатая система. — В кн.: Геологическое строение СССР. М.: Недра, 1968, т. 2. Тектоника, с. 182—203.

Кондиайн О. А., Кондиайн А. Г. О поперечных структурных элементах на Урале, их происхождении и роли в размещении полезных ископаемых. — В кн.: Геология и полезные ископаемые Северо-Востока Европейской части СССР и Северного Урала. Сыктывкар, 1971, с. 289—293. (Тр. 7-й геол. конф. Коми АССР).

Кондиайн О. А., Кондиайн А. Г. О тангенциальных перемещениях на Урале, их разновидностях, возрасте и амплитудах. — В кн.: Тектоника и магматизм Южного Урала. М.: Недра, 1974, с. 35—41.

Копп М. Л., Расцветаев Л. М. О линеаментах, выявленных по космическим снимкам восточной части альпийского пояса. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 11, с. 26—35.

Корешков И. В. Сводообразование и развитие земной коры. М.: Наука, 1975. 207 с.

Королев В. А., Фатхуллаев Ш. Д. Общие вопросы моделирования структур рудных полей и месторождений. — В кн.: Эксперимент и методы моделирования структурообразующих процессов рудогенеза. Новосибирск: Наука, 1976, с. 9—22. (Тр. ИГиГ СО АН СССР; Вып. 293).

Космическая геология. Л.: Недра, 1979. 382 с.

Космическая фотосъемка и геологические исследования / Под ред. Г. Б. Гонина, С. И. Стрельникова. Л.: Недра, 1975. 416 с.

Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР. Масштаб 1 : 5 000 000 / Гл. ред. А. Д. Щеглов. М.: Мингео СССР, 1980.

Космофототектоническая карта Арало-Каспийского региона. Масштаб 1 : 2 500 000 / Под ред. В. Н. Брюханова, Н. А. Еременко. М.: ГУГК, 1978.

Костенко Н. П. К неотектонике Ферганской впадины и ее горного обрамления. — В кн.: Вопросы региональной геологии СССР. М.: Изд-во МГУ, 1964.

Костенко Н. П., Макаров В. И., Соловьева Л. И. Новейшая тектоника. — В кн.: Геология СССР. М.: Недра, 1972, т. 22. Киргизская ССР, ч. 1. Геологическое описание, кн. 2, с. 249—271.

Костенко О. К. Использование лазерной локации в исследованиях атмосферы. — Квантовая электрон., 1975, т. 2, № 10, с. 2133—2162.

Кострюков М. И. О методике структурно-геоморфологического исследования при нефтегазопроисковых работах. — В кн.: Структурно-геоморфологические исследования при нефтегазопроисковых работах. Л.: ВНИГНИ, 1969, с. 222—224.

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. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 222—230.

Кочнева Н. Т., Томсон И. Н., Полуэктов В. Н. Основные элементы орогенной тектоники Тянь-Шаня и Памира по морфоструктурным и космогеологическим данным. — Сов. геология, 1978, № 7, с. 64—77.

Кравцов В. С., Середин В. В., Томсон И. Н. и др. Орогенные структуры Приморья, методы их выявления и металлогеническое значение. — В кн.: Эндеогенные рудные месторождения. М.: Наука, 1980, с. 43—81.

Кравцова В. И. Применение многозональной космической съемки в географических исследованиях и тематической картографии. — В кн.: Исследования земных ресурсов космическими средствами. М.: ВИНТИ, 1975, ч. 2, с. 66—93.

Кравцова В. И., Антонова С. Ю. Применение многозональной съемки для изучения и картографирования мелководий (на примере северо-восточного Каспия). — Изв. вузов. Геология и разведка, 1974, № 12, с. 78—85.

Красный Л. И. Проблемы практической систематики. М.: Недра, 1972. 152 с.

Кратц К. И., Лобач-Жученко С. Б. Геологические типы гранитообразования в докембрий Балтийского щита. — В кн.: Восточная часть Балтийского щита: Геология и глубинное строение. Л.: Наука, 1975, с. 6—23.

Кренделев Ф. П. Нерпичьи лунки и тектоника. — Природа, 1978, № 5, с. 85—87.

Крымов В. Ф., Капустин И. Н., Кириухин Л. Г. и др. Применение космических исследований в нефтяной геологии. — В кн.: Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. М.: ВИЭМС, 1979. 48 с.

Кудрявцев Н. А. Глубинные разломы и нефтяные месторождения. М., 1963. 158 с. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 215).

Кулагин В. К., Кулагина М. В., Топор Е. Г. О глубинном строении зон сочленения Таджикской депрессии с Южным Тянь-Шанем и Памиром. — В кн.: Вопросы сейсмического районирования территории Таджикистана. Душанбе, 1976, с. 84—107.

Кулагина М. В., Лукк А. А., Кулагин В. К. Блоковое строение земной коры Таджикистана. — В кн.: Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах. М.: Недра, 1974, с. 70—84.

Кулаков А. П. Основные черты морфоструктуры и антропогенной палеогеографии побережья Северного Сихотэ-Алиня. — В кн.: Геоморфоструктура Дальнего Востока. Владивосток, 1978, с. 58—78.

Кулаков А. П. Некоторые особенности строения и развития северо-западного побережья Охотского моря. — В кн.: Морфоструктура и палеогеография Дальнего Востока. Владивосток 1979, с. 31—50.

Кулаков А. П. Морфотектоника и палеогеография материкового побережья Охотского

и Японского морей в антропогене. М.: Наука, 1980. 220 с.

Кулинич Р. Г. Геофизические поля Сихотэ-Алиня и их геологическая интерпретация. — Тр. СахКНИИ, 1972, вып. 33.

Куражковская Е. А. Диалектическая концепция развития в геологии. М.: Изд-во МГУ, 1970. 278 с.

Курбанов М. К., Горелов С. К., Цеплянов С. В. и др. Глубинное строение и новейшие деформации Ашхабадской сейсмоактивной зоны. Ашхабад: Ыльм, 1973. 217 с.

Куртнер Д. А., Чудновский А. Ф. Расчет и регулирование теплового режима в открытом и защищенном грунте. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 299 с.

Кутузов И. А., Киенко Ю. П. Космическая картография в СССР. — Исслед. Земли из космоса, 1980, № 1, с. 79—87.

Кутыев Ф. Ш., Лебедев М. М., Максимовский В. А. О природе вулcano-тектонической структуры Хангар. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 7, с. 35—47.

Куффиньяль Л. Кибернетика — искусство управления. — В кн.: Кибернетика — неограниченные возможности и возможные ограничения: Итоги развития. М.: Наука, 1979, с. 102—121.

Кучай В. К. Прогнозирование оползней. — Сов. геология, 1973, № 3, с. 128—132.

Кучай В. К. О вероятностном геологическом прогнозировании. — Геология и геофизика, 1976, № 10, с. 104—112.

Кучай В. К., Куражжина В. В. Оползневой режим и принципы районирования оползневых явлений. — Сов. геология, 1978, № 12, с. 215—220.

Кучай В. К., Чуцаев Д. Н. Байесовская стратегия распознавания классов по косвенным изображениям. — Автоматика, 1979, № 4, с. 72—77.

Лаверов Н. П., Томсон И. Н., Полуэктов В. Н., Кочнева Н. Т. Орогенная структура Чаткало-Кураминского региона и ее влияние на размещение оруденения. — В кн.: Эндеогенные рудные месторождения. М.: Наука, 1980, с. 20—41.

Ласточкин А. Н. Решетчатая система структурных зон в осадочном чехле Западно-Сибирской плиты. — В кн.: Тектоника Сибири. Новосибирск: Наука, 1973, т. 6, с. 128—133.

Лахтионов М. О., Тархов А. Г. Опыт терморазведки на колчеданных месторождениях Урала. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1967, № 5, с. 87—95.

Лахтионов М. О., Тархов А. Г. Геотермические исследования на рудных месторождениях. — Сов. геология, 1970, № 3, с. 121—124.

Левковский Р. З. Рапакиви. Л.: Недра, 1976. 265 с.

Ле Пишон К. Спрединг океанического дна и дрейф континентов. — В кн.: Новая глобальная тектоника. М.: Мир, 1974, с. 93—132.

Летников Ф. А. Гранитоиды глыбовых областей. Новосибирск: Наука, 1975. 214 с.

Лион Ю. А., Соловьева Л. И. Вопросы ландшафтно-индикационного дешифрирования космических снимков (на примере Туранской плиты). — Изв. вузов. Геология и разведка, № 1, 1981, с. 24—30.

Личков Б. Л. Основная закономерность вековых поднятий и опусканий земной коры. — Природа, 1927, № 11, с. 5—17.

Личков Б. Л. Природные воды Земли и литосферы. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 164 с.

Литвицкий Э. Н. Основные черты текто-

ники и глубинное строение континентальной части Дальнего Востока СССР по гравиметрическим данным — В кн *Строение и развитие земной коры на советском Дальнем Востоке* М Наука, 1969, с 21—32

Логико-информационные методы оценки рудных месторождений / Р М Константинов, С В Сиротинская, Н Г Демидова и др М Наука, 1977 136 с

Ломоносов Н Ф О происхождении одного из типов змееподобных сульфатов — Бюл МОИП Отд геол, 1971, т 46, № 6, с 96—101

Лукашев Г Н Дешифрирование кольцевых структур на космических фотоснимках Алтае-Саянской складчатой области — В кн *Исследование природной среды космическими средствами* Геология и геоморфология М ВИНТИ, 1974, т 2, с 78—82

Лукина Н В Деформация поверхности палеозойского фундамента Юго Западного Тянь-Шаня М Наука, 1977 80 с

Лукьянов А В Структурные проявления горизонтальных движений земной коры М Наука, 1965 212 с

Луппов Н П О среднеплиоценовом этапе в геологической истории Каспия — В кн *Проблемы нефтегазоносности Средней Азии*. Л Гостоптехиздат, 1963, вып 14, с 11—37

Лучицкий И В Основы палеовулканологии М Наука, 1971 Т 1 480 с, Т 2 383 с

Лучицкий И В, Бондаренко П М Систематика и механизм образования концентрических структур — В кн *Тектоника и структурная геология Планетология* М Наука, 1976, с 163—170 (МГК 25 я сес Докл сов геологов)

Лютых Е Н Некоторые замечания об использовании физики в геотектонических построениях — Изв АН СССР Сер геол, 1962, № 1, с 109—110

Лялько В И О возможности дистанционных геохимических поисков некоторых полезных ископаемых на основе лидарной спектроскопии — Геол журн, 1979, № 5

Лялько В И, Митник М М Дистанционные геотермические поиски полезных ископаемых — Геол журн, 1975, № 6, с 27—46

Лялько В И, Митник М М, Вульфсон Л Д, Шпортюк Э М Геотермические поиски полезных ископаемых Киев Наук думка, 1979 148 с

Макаров В И Дешифрируемость тектонических структур областей молодого эпиплатформенного горообразования на космических снимках Земли (на примере Юго-Западного Тянь-Шаня) — Изв вузов Геология и разведка, 1973, № 7, с 67—74

Макиров В И Новейшая тектоническая структура Центрального Тянь-Шаня М Наука, 1977 171 с (Тр ГИН АН СССР, Вып 307)

Макаров В И Предварительная карта линейных элементов территории СССР — Изв вузов Геология и разведка, 1978, № 10, с 30—34

Макаров В И Карта тектонических линейных элементов Северной Евразии — В кн *Четвертичная геология и геоморфология Дистанционное зондирование* М Наука, 1980, с 137—143 (МГК 26 я сес Дока сов геологов)

Макаров В И Линейные элементы (проблемы и направления их исследований с помощью космических средств и методов) — Исслед Земли из космоса, 1981а, № 4, с 109—115

Макаров В И Методологические основы геологического дешифрирования космических

снимков — Изв АН СССР Сер геол, 1981б, № 8, с 118—131

Макаров В И Некоторые проблемы и перспективы развития космических методов геологических исследований — Изв вузов Геология и разведка, 1981в, № 3, с 41—46

Макаров В И, Скобелев С Ф, Трифонов В Г и др Глубинная структура земной коры на космических изображениях — В кн *Исследование природной среды космическими средствами* Геология и геоморфология М ВИНТИ, 1974, т 2, с 9—42

Макаров В И, Соловьева Л И Неотектонические поперечные структуры Тянь-Шаня и их выражение на космических снимках — Изв вузов Геология и разведка, 1975, № 2, с 10—18

Макаров В И, Соловьева Л И Перекрестный структурный план земной коры и проблема проявления ее глубинных элементов на поверхности (на примере Тянь-Шаня и Туранской плиты) — В кн *Исследование природной среды космическими средствами* Геология и геоморфология М ВИНТИ, 1976, т 5, с 18—42

Макаров В И, Трифонов В Г О возможности использования материалов космической съемки для изучения глубинного строения земной коры — В кн *Аэрокосмические исследования Земли* М Наука, 1979, с 275—285

Макаров В И, Трифонов В Г, Щукин Ю К Отображение глубинной структуры складчатых областей на космических снимках — Геотектоника, 1974, № 3, с 114—132

Макаров В И, Щукин Ю К Оценка активности скрытых разломов — Геотектоника, 1979, № 1, с 96—109

Малков И П, Юрганов Л Н, Дианов-Клюков В И Измерения содержания СО и СН₄ в северном и южном полушариях — Изв АН СССР Физика атмосферы и океана, 1976, т 12, № 11, с 1218—1221

Мальцев Б Д К характеристике новейшего строения Таласо-Ферганского разлома и Таласо-Ферганской зоны поднятий — Геофиз бюл, 1973, № 2, с 62—69

Малиновский Е П Условия формирования вольфрамитовых месторождений в районе с различной геологической историей — В кн *Особенности структур гидротермальных рудных месторождений в различных структурных этажах и ярусах* М Наука, 1968, с 166—225

Марковский А П Зеравшано-Гиссарская горная область Таджикско-Памирская экспед М, Л, 1935

Мартыросян С В, Сахатов В Э Новые данные о структуре Айондзорского района Малого Кавказа — В кн *Исследование природной среды космическими средствами* Геология и геоморфология М ВИНТИ, 1974, т 2, с 51—54

Масайтис В Л Геологические исследования падений кратерообразующих метеоритов Л Недра, 1973 20 с

Масайтис В Л, Михайлов М В, Селивановская Г В Полигайский метеоритный кратер М Наука 1975 124 с

Матвеев А В, Абраменко Н Н, Левков Э А, Костко А А Неотектоника территории Припятского прогиба Минск Наука и техника, 1980 106 с

Матросов П С Байкалиды, каледонииды и варисциды Западной Монголии М, 1976 208 с (Тр ВСЕГЕИ Нов сер, Т 248)

Махин Г В, Волчегурский Л Ф, Коген В С, Филатова Н И О методике составления космофотогеологических карт — Изв вузов Геология и разведка, 1978, № 10, с 3—17

Махонин В М О картировании нижнего структурного этажа на основе использования материалов аэрокосмических фотосъемок — В кн Дистанционные методы при нефтегазопроисковых работах М ИГиРГИ, 1981, с 120—124

Межвилк А А Ленский структурный шов — В кн Тектоника Сибири М Наука, 1970, т 4, с 35—41

Межвилк А А Сибирская платформа — В кн Разломы и горизонтальные движения платформенных областей СССР М Наука, 1977, с 100—118

Международная тектоническая карта Европы Масштаб 1 : 2 500 000 М ГУГК, 1962

Металлогенический анализ в областях активизации М Наука, 1977 197 с

Методические особенности и предварительные результаты космофотогеологического картирования района трассы БАМ Экспресс-информация М ВИЭМС, 1977, с 1—15 (Общая и региональная геология, геологическое картирование, № 11)

Методические рекомендации по оптико-электронному преобразованию космических снимков и решение задач на его основе Саратов, 1979 38 с

Методы теоретической геологии Л Недра, 1978 336 с

Мещеряков Ю А Рельеф СССР М Наука, 1972 380 с

Милановский Е Е Новейшая тектоника Кавказа М Недра, 1968 483 с

Милановский Е Е Рифтовые зоны континентов М Недра, 1976 279 с

Милановский Е Е, Короновский Н Н Орогенный вулканизм и тектоника Альпийского пояса Евразии М Недра, 1973 280 с

Милосердова Л В Воспроизводимость результатов дешифрирования мегатрещиноватости — Вестн МГУ Сер 4, Геология, 1982, № 3, с 93—95

Миричук Г Ф, Хачатрян Р О, Громеко В Н и др Тектоника и зоны нефтегазонакопления Камско-Кинельской системы прогибов М Недра, 1965 203 с

Михайлова Р С Моделирование процессов формирования тектонических структур при некоторых механизмах деформирования — В кн Поля напряжений и деформаций в литосфере М Наука, 1979, с 244—250

Можжаев Б Н, Астахов В Н, Богородский С М и др Применение материалов космических съемок при геологических исследованиях плит древних и молодых платформ Экспресс-информация М ВИЭМС, 1978 149 с (Общая и региональная геология и съемка, № 5)

Мокиенко В Ф, Медведев П В, Дьяченко В П Комплексное использование аэрокосмических и геохимических исследований при поисках нефти и газа в Волгоградском Поволжье — В кн Дистанционные методы при нефтегазопроисковых работах М ИГиРГИ, 1981, с 98—104

Морган В Океанические поднятия, глубоководные желоба, большие разломы и блоки земной коры — В кн Новая глобальная тектоника М Мир, 1974, с 68—92

Моссаковский А А Орогенные структуры и вулканизм палеозоид Евразии и их место

в процессе формирования континентальной земной коры М Наука, 1975 360 с (Тр ГИН АН СССР, Вып 268)

Муратов М В Происхождение материковых и океанических впадин М Наука, 1975 176 с

Муратов М В Региональная тектоника материков Краткий очерк тектонической истории материков — В кн Тектоносфера Земли М Наука, 1978, с 11—33, 67—78

Мушкетов И В Туркестан Геологическое и орографическое описание по данным, собранным во время путешествий с 1874 по 1880 г 2-е изд, доп Пг, 1915 Т 1 Ч 1 558 с

Мячкин В И, Зубков С И Сводный график предвестников землетрясений — Изв АН СССР Физика Земли, 1973, № 6 28 с

Нагибина М С Типы мезозойских и кайнозойских структур Монголии и закономерности их развития — Геотектоника, 1970, № 5, с 10—17

Налишкин Д В Очерк геологии Туркестана Ташкент, 1926 151 с

Налишкин Д В Учение о фациях М, Л Изд-во АН СССР, 1956 Кн 1, 2 482 с

Неволин Н В Основные черты геологического строения фундамента Восточно-Европейской платформы — В кн Изучение геологического строения Восточно-Европейской платформы геофизическими методами М Недра, 1971, с 87—91

Немец В, Квет Р Проблемы применения математических методов для геологических исследований с учетом иерархий в планетарных равноудаленных разрывных системах — В кн Методология геологических исследований Владивосток, 1976, с 49—56

Нерсисов И Л, Пономарев В С, Кучай В К Особенности пространственного распределения сейсмического фона Поиски предвестников землетрясений на прогнозических полигонах М Наука, 1974, с 120—132

Несмеянов С А Количественная оценка новейших движений и неотектоническое районирование горной области М Недра, 1971 142 с

Нефтяные и газовые месторождения Западной Сибири / И И Нестеров, Ф К Салманов, В А Шпильман М Недра, 1971 463 с

Никифоров Л Г Структурная геоморфология морских побережий Изд-во МГУ, 1977 174 с

Николаев В В, Семенов Р М, Солоненко В П Новейшая структура и сейсмичность Янкан-Тукуруингра-Джагдинского поднятия — В кн Сейсмические и сейсмологические исследования на центральном участке БАМа Якутск, 1978, с 105—122

Новые методы получения информации различными дистанционными приемниками и их обработка для решения геологических задач Экспресс-информация М ВИЭМС, 1972, с 32—42 (Общая и региональная геология, геологическое картирование, № 6)

Новые принципы металлогенических прогнозов на территории Приморья М Наука, 1977 204 с

Овчинников Л И, Баранов В Д Проблемы стереометаллогении — В кн Проблемы металлогении и рудогенеза Алма-Ата Наука, 1974, с 51—71

Огаринов И С Глубинное строение Урала М Наука, 1974 67 с

Огильви Н А Вопросы теории геотемпературных полей в приложении к геотермическим

методам разведки подземных вод — В кн Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли М Изд-во АН СССР, 1959, т 1, с 53—85

Онухов Ф С, Уфимцев Г Ф Неотектоника района полуострова Кони (Северное Приохотье) — В кн Структурный анализ дислокаций Хабаровск, 1974, с 272—291

Орлов В И Анализ динамики природных условий и ресурсов М Наука, 1975 210 с

Оруджева Д С, Воробьев В Г, Ромашов А А Аэрокосмические исследования нефтегазоносных территорий Прикаспийской впадины М Наука, 1982 76 с

Основные проблемы геологического строения Русской плиты Л Наука, 1979 120 с

Основы методики структурно-геоморфологических исследований при нефтегазопоисковых работах / Под ред С П Максимова, А Н Золотова, Л П Полканова М Недра, 1978 264 с

Основы тектоники Китая М Госгеолтехиздат, 1962 525 с

Осокина Д Н, Цветкова Н Ю Изучение локального поля напряжений и прогноз вторичных нарушений в окрестностях тектонических разрывов и в очагах землетрясений с учетом третьего главного напряжения — В кн Поля напряжений и деформаций в литосфере М Наука, 1979, с 163—184

Осолодков Д Г, Стрельников С И, Швидак А А и др О строении Карской депрессии — Сов геология, 1975, № 3, с 114—119

Очиров Ц О, Шерман С И, Ерохов В Ф Разломная тектоника Саяно-Байкальской горной области и некоторые проблемы ее изучения — В кн Тектоника Сибири М Наука, 1976, т 7, с 107—111

Панин В М, Скобелев С Ф Опыт применения многозональных сканерных космических снимков Земли для изучения геологической структуры (на примере восточных районов Ферганы и Таджикской депрессии) — В кн Исследование природной среды космическими средствами Геология и геоморфология М ВИНТИ, 1976, т 5, с 61—72

Панов Д Г Общая геоморфология М Высш школа, 1966 356 с

Парфенов В Д Значение микроструктурного анализа кальцитовых тектонитов для изучения разрывных смещений — Геотектоника, № 3, с 37—50

Парфенов В Д, Жуковский С С Моделирование хрупкого разрушения в условиях деформации сдвига — Геотектоника, 1966, № 4, с 112—117

Парфенов Л М Основные черты докембрийской структуры Восточного Саяна М Наука, 1967 144 с

Парфенов Л М, Бердников Н В, Войнова И П и др Тектоническое районирование и структурно-вещественная эволюция Северо-Востока Азии М Наука, 1979 239 с

Пагалаха Е И Механизм возникновения структур течения в зонах смятия Алма Ата Наука, 1970 214 с

Пейве А В Разломы и тектонические движения — Геотектоника, 1967, № 5, с 8—24

Пейве А В, Бургман В С, Руженцев С В, Суворов А И Тектоника Памиро-Гималайского сектора Азии — В кн Гималайский и альпийский орогенез М Недра, 1964, с 156—172

Пейве А В, Яншик А Л, Зоненшайн Л П и др Становление континентальной земной

коры Северной Евразии — Геотектоника, 1976, № 5, с 6—24

Петров А И, Плотников Л М, Юревич Г Г Роль волн напряжений в образовании структур центрального типа и перераспределении вещества в земной коре — В кн Давление и механические напряжения в развитии состава, структуры и рельефа литосферы Л Недра, 1964, с 50—55

Петров А И, Плотников Л М, Юревич Г Г Механизм образования структур центрального типа — Сов геология, 1971, № 2, с 75—84

Петровская Н В, Андреева М Г, Мирчик С Г Геологическое строение, минералогия и особенности генезиса золоторудных месторождений Балейского рудного поля (Восточное Забайкалье) М ЦНИГРИ, 1961 97 с

Петрусевич М И Аэрометоды при геологических исследованиях М Госгеолтехиздат, 1962 340 с

Петрушевский Б А Индо-Памирская глубинная зона и Западно-Деканское землетрясение — Геотектоника, 1969, № 2, с 45—50

Пиотровский М В Использование морфологии для изучения рельефа и строения Земли — В кн Земля во Вселенной М Мысль, 1964, с 278—297

Пиотровский М В Некоторые закономерности сводово-блоковой морфотектоники — В кн Проблемы тектонических движений и новейших структур земной коры М Наука, 1968, с 62—71

Плотников Л М, Петров А И, Юревич Г Г Неравномерность распределения механических напряжений в геологических телах и ее последствиях — В кн Давление и механические напряжения в развитии состава, структуры и рельефа литосферы Л, 1969, с 67—78

Погорелов В С Гранитоиды Северного Зауралья — В кн Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала — Свердловск, 1971, с 343—352 (Тр 2-го Урал петрогр совещ, Т 4)

Покалов Е П Возраст и геотектоническая позиция вольфрам-молибденового оруденения в Джидинском районе Западного Забайкалья — Докл АН СССР, 1979, т 247, № 8, с 678—681

Полов В И, Таль Вирский Б Б, Попов А Т Трансазиатский рифтовый пояс Паливкина Ташкент Фан, 1979 158 с

Попова Г З Колцевые и линейные морфоструктуры Казахской складчатой страны Алма-Ата, 1966 211 с

Порошин С В Опыт комплексного геологического дешифрирования космических снимков М ЦНИИГАиК, 1978, с 56—62

Порошин С В Сравнительный анализ информативности геологических карт и космических снимков — Изв АН СССР Сер геол, 1981, № 5, с 114—123

Поршняков Г С Герциниды Алая и смежных районов Южного Тянь-Шаня Л, 1973 207 с (Изв ЛГУ, № 2)

Применение аэрометодов для исследования моря / Под ред В Г Здановича М, Л Изд-во АН СССР, 1963 546 с

Применение радиолокационной аэросъемки при геолого-географических исследованиях Л Недра, 1981 240 с

Применение радиолокационной аэросъемки при изучении тектоно-магматических структур Экспресс-информация М ВИЭМС, 1974,

с 6—16 (Общая и региональная геология, геологическое картирование, № 8/9)

Проблемы глобальной корреляции геологических явлений М Наука, 1980 220 с

Пуздровский Е П, Карпий В Е, Муравин В Т и др Результаты комплексных исследований с целью прямых поисков газонефтяных месторождений в пределах Руденковской моноклинали — Геология нефти и газа, 1976, № 3, с 47—53

Пузанов В Г, Москалев Н П, Сергин А М Угленосно-терригенный структурно-формационный комплекс отложений Ферганской впадины и его нефтегазоносность — В кн Типы осадочных формаций нефтегазоносных бассейнов М Наука, 1980, с 217—227

Пуцаровский Ю М, Козлов В В, Мозарович О А, Сулиди-Контратьев Е В Системы разломов в Тихом океане — Геотектоника, 1980, № 2, с 3—12

Пятков К К, Пяновская И А, Бухарин А К, Быковский Ю К Геологическое строение Центральных Кызылжумов Ташкент Фан, 1967 178 с

Радкевич Е А Геология и металлогения типовых рудных районов Приморья М Изд-во АН СССР, 1962 130 с

Размахнин Ю Н, Размахнина Э М Орму Эманская и Кемская структурно-формационные подзоны Среднего Сихотэ-Алиня и разделяющей их дуговой разлом — Сов геология, 1967, № 1, с 93—104

Размахнин Ю Н, Размахнина Э М О дуговых разломах Приморья и их металлогеническое значение — В кн Рудные провинции и генетические типы месторождений олова и вольфрама Новосибирск Наука, 1975, с 142—152

Рамберг Х Моделирование тектонических движений, вызываемых силой тяжести при помощи центрифуги — В кн Сила тяжести и тектоника М Мир, 1976, с 70—88

Ранцман Е Я Места землетрясений и морфоструктура горных стран М Наука, 1979 162 с

Расцветаев Л М Некоторые особенности позднеальпийской структуры орогенических областей юга СССР и тектонические напряжения новейшего времени — В кн Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек М Изд-во МГУ, 1973, сб 5, с 17—28

Расцветаев Л М О геологической природе линеаментов, выявляемых на космических изображениях Земли, на примере Кавказа — Изв вузов Геология и разведка, 1974, № 12, с 58—66

Расцветаев Л М Области кайнозойской складчатости Горный Крым и Северное Причерноморье — В кн Разломы и горизонтальные движения горных сооружений СССР М Наука, 1977, с 95—113

Резанов И А Ашхабадское землетрясение 1948 года и геологические условия его возникновения — Изв АН СССР Сер геофиз, 1958, № 6, с 30—45

Резанов И А История колебательных тектонических движений Северо-Востока СССР М Изд-во АН СССР, 1962 175 с

Резвой Д П О Западно-Тяньшаньском поперечном глубинном шве — Вестн Львов у-та Сер геол, 1962, № 1, с 21—35

Рейнлиб Э Л, Романовский И П Интрузивно-купольные структуры Сихотэ-Алиня — В кн Кольцевые и купольные структуры Дальнего Востока Владивосток, 1977, с 21—26

Рикитаке Т Предсказание землетрясений М Мир, 1979 392 с

Розен О М, Иванов О Д, Крамаренко С М Эволюция гранитоидов в срединных массивах — Геотектоника, 1974, № 2, с 72—85

Розенфельд А Распознавание и обработка изображений с помощью вычислительных машин М Мир, 1972 150 с

Ромашов А А, Волчегурский Л Ф, Воробьева В Т и др Использование космических снимков для изучения глубинных структур земной коры нефтегазоносных областей. Статья 4 Методика и эффективность космотектонического картирования платформенных областей (на примере Арало-Каспийского региона) — Изв вузов Геология и разведка, 1979, № 4, с 102—111

Рудкевич М Я, Смирнов В Г Структурно-тектоническое районирование Западно-Сибирской плиты и общие закономерности в размещении зон регионального нефтегазоаккумуляции в ее пределах — В кн Проблемы тектоники нефтегазоносных областей Сибири Тюмень, 1977, с 75—100 (Тр Зап СибНИГНИ, Вып 125)

Рудные поля Карамазара Душанбе Ифрон, 1975 Т 3 448 с

Румянцева А Ф Опыт индикационного дешифрирования космических снимков Северо-Западного Кавказа — Изв вузов Геология и разведка, 1978, № 10, с 55—61

Рябухин А Г Специальные методы дистанционного изучения Земли для геологических целей — Изв вузов Геология и разведка, 1973, № 7, с 140—149

Рябухин А Г Некоторые особенности структуры юго-западной окраины Багамской плиты по данным космической съемки — Изв вузов Геология и разведка, 1974, № 12, с 86—89

Рябухин А Г, Харлова О И, Кутуков Д А О возможности появления ложных аномалий на космических изображениях — Изв вузов Геология и разведка, 1976, № 11, с 145—154

Савинский К А, Александров В К, Мордовская Г В и др К проблемам границ Сибирской платформы — Геология и геофизика, 1971, № 4, с 39—54

Салон Л И Геология Байкальской горной страны М Недра, 1964 Т 1 415 с

Салон Л И Два типа структур докембрия гнейсовые складчатые овалы и гнейсовые купола — Бюл МОИП Отд геол, 1971, т 46, вып 4, с 5—11

Салон Л И Общая стратиграфическая шкала докембрия Л Недра, 1973 310 с

Сардаров С С, Суетной В В Тепловой поток, формируемый нефтегазовыми структурами — Сов геология, 1975, № 2, с 122—126

Сафонов Ю Г, Булавский Ю И, Завалин В И и др Первый опыт использования космических снимков для изучения рудных полей и месторождений — В кн Эндогенные рудные месторождения М Наука, 1980, с 82—116

Сахатов В З Результаты геологического дешифрирования космических снимков юго-восточной части Кавказа — В кн Исследование природной среды космическими средствами Геология и геоморфология М ВИНТИ, 1973а, с 124—126

Сахатов В З Роль космических снимков при решении задач региональной тектоники юго-восточной части Кавказа — Изв вузов Геология и разведка, 1973б, с 62—69

Сахатов В. З. Особенности структуры Кавказско-Таврского региона по данным дешифрирования космических снимков. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 11, с. 14—25.

Сахатов В. З., Скублова Н. В., Яковлев Н. А. Возможности использования космических инфракрасных снимков, полученных со спутников системы «Метеор», в целях геологии (на примере Восточного Казахстана). — Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 7, с. 150—156.

Святловский А. Е. Структурная вулканология. М.: Недра, 1971. 232 с.

Севастьянов В. И., Хаин В. Е., Ярмолюк В. А. Значение космических методов в геологических исследованиях. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 7, с. 3—7.

Сейсмотектоника и сейсмичность рифтовой системы Прибайкалья. М.: Наука, 1968. 220 с.

Сенин Б. В. Отражение неотектоники в рельефе и строении четвертичных отложений юга Голодной степи (в связи с ее мелиоративным освоением): Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М.: МГУ, 1979. 24 с.

Сенин Б. В., Голикова Г. И. Новейшая структура гор Каратюбе по данным геоморфологических исследований. — Материалы 2-й науч. конф. аспирантов и молодых ученых МГУ. Сер. геол., 1975, с. 116—121. (Деп. в ВИНТИ, деп. № 642—76).

Сидоренко А. В. Космос и геология. — В кн.: Наука и человечество. М.: Знание, 1973, с. 1—25.

Симаков А. С. О крупном разломе в бассейне р. Колымы. — Материалы по геологии Северо-Востока СССР, 1949, вып. 5, с. 10—15.

Скарятин В. Д. Космоснимки на службе геологии. — Природа, 1970, № 3, с. 10—15.

Скарятин В. Д. Об изучении разрывной тектоники по комплексу разномасштабных космоснимков Земли. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 7, с. 34—50.

Скарятин В. Д. Применение метода многоступенчатой генерализации при изучении геологических структур разного масштаба (на примере Северного Кавказа). — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М., 1976, т. 5, с. 123—141.

Скарятин В. Д., Атанасян С. В. Линейные и кольцевые структуры некоторых районов Евразии. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 11, с. 135—148.

Скобелев С. Ф. Горизонтальное сжатие и развитие складок на хребте Петра Первого. — Геотектоника, 1977, № 2, с. 105—119.

Скобелев С. Ф., Флоренский П. В. Голоценовые тектонические деформации и оползни в Вахшской надвиговой зоне. — Геотектоника, 1975, № 5, с. 104—107.

Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. М.: Недра, 1969. 685 с.

Смирнов Л. Е. Аэрокосмические методы географических исследований. Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. 320 с.

Соколов В. А. Очерки генезиса нефти. М.: Гостехиздат, 1948. 460 с.

Соколов В. А. Геохимия природных газов. М.: Недра, 1971. 334 с.

Соловьев В. А. Тектоника континентов. Хабаровск, 1975. 366 с.

Соловьев В. В. Структуры центрального типа на территории СССР по данным геоморфологического анализа. Л.: Недра, 1978, 112 с.

Соловьева Л. И., Богородский С. М., Бурлакова Г. С. и др. Методика индикационного дешифрирования разномасштабных аэрокосмических снимков и топографических карт как основа структурно-геоморфологического анализа закрытых районов. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 161—167.

Солоненко В. П. Палеосейсмогеологический метод. — В кн.: Сильные землетрясения Средней Азии и Казахстана. Душанбе: Допись, 1970, ежег. № 1, с. 21—45.

Солоненко В. П. Палеосейсмогеология. — Изв. АН СССР. Физика Земли, 1973, № 9, с. 3—16.

Сонин И. И., Трофимов Д. М. Направление поисков полезных ископаемых в складчатых областях с помощью космофотосъемки. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1975, № 3, с. 55—70.

«Союз-22» исследует Землю. М.: Наука, 1980. 231 с.

Ставцев А. Л., Ботов Л. В. Новые данные о глубинном строении юго-западной части Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. — Экспресс-информация. М.: ВИНТИ, 1975, с. 1—14. (Общая и региональная геология, геологическое картирование; № 9).

Ставцев А. Л., Ботов Л. В. Информация из космоса и рудоносность. Экспресс-информация. М.: ВИНТИ, 1979, с. 1—4. (Общая и региональная геология, геологическое картирование; № 3).

Стовас М. В. Некоторые вопросы тектогенеза. — В кн.: Проблемы планетарной геологии. М.: Госгеолтехиздат, 1963, с. 222—274.

Стоянов С. Некоторые физические аспекты разламывания в земной коре. — Изв. Геол. ин-та. Сер. геотектоника. София, 1970, т. 19, с. 127—141.

Стоянов С. Механизм формирования разрывных зон. М.: Наука, 1977. 144 с.

Стрельников С. И. Применение радарной аэросъемки в США при изучении и освоении природных ресурсов (обзор): Экспресс-информация. М.: ВИЭМС, 1971. 19 с. (Региональная геология и методика геологического картирования).

Стрельников С. И. Некоторые вопросы использования материалов радиолокационной аэросъемки при геологических исследованиях. — Сов. геология, 1972, № 3, с. 73—85.

Стрельников С. И. Особенности структуры Урала по данным дешифрирования космических снимков. — Сов. геология, 1979, № 7, с. 49—61.

Стрельников С. И., Гусев Н. А., Скублова Н. В. Результаты геологического и геоморфологического дешифрирования космического фотоснимка Восточного Тянь-Шаня, Джунгарского Алатау и Северного Тарима. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1973, с. 78—87.

Строение земной коры и верхней мантии в зоне перехода от Азиатского континента к Тихому океану / Г. С. Гнибиденко, Ю. А. Косыгин, К. Ф. Сергеев и др. Новосибирск: Наука, 1976. 368 с.

Структура и тектоническое положение Большого Балхана / Г. И. Амурский, К. В. Тиунов, Б. А. Хариков, А. Е. Шлезингер. М.: Наука, 1968. 52 с.

Структуры рудных полей и месторождений. Л.: Госгеолтехиздат, 1960. 271 с.

Суворов А. И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов. М.: Наука, 1968. 220 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 179).

Суворов А. И., Самыгин С. Г. О тектоническом сближении фаций по крупным надвигам. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1965, № 6, с. 46—64.

Судариков Ю. А., Серкерев С. А., Холли А. И., Шрайбман В. И. Использование геолого-геофизических данных для изучения региональной тектоники нефтегазоносных областей. М.: Недра, 1976. 186 с.

Сулейманов Э. С., Ненаев Ю. В., Ахундов Р. А. и др. Оценка глобальной трещиноватости земной коры по космическим снимкам. — Сов. геология, 1978, № 11, с. 105—111.

Сурков В. С., Жеро О. Г. Связь тектоники фундамента и платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. — В кн.: Проблемы тектоники нефтегазоносных областей Сибири. Тюмень, 1977, с. 33—56. (Тр. Зап.-СибНИГНИ; Вып. 125.).

Сурков В. С., Жеро О. Г., Уманцев Д. Ф. и др. Тектоника и глубинное строение Алтае-Саянской складчатой области. М.: Недра, 1973. 444 с. (Тр. СНИИГГиМС; Вып. 152).

Сухов В. И. Вулканогенные формации юга Дальнего Востока. М.: Недра, 1975. 113 с.

Схема зон глубинных разломов территории СССР (по геофизическим данным). Масштаб 1 : 10 000 000 / Под ред. Д. М. Мильштейна. Л.: ВСЕГЕИ, 1977.

Табарин В. А., Федоров Б. И. Лазерный локатор для обнаружения малых утечек метана из трубопроводов. — В кн.: Тез. 4-го Всесоюз. симпозиума по лазерному зондированию атмосферы. Томск, 1976, с. 264—267.

Таль-Вирский Б. Б. Некоторые закономерности тектонического развития зон платформенной орогенической области Западного Тянь-Шаня (по результатам геофизических исследований). — В кн.: Активизированные зоны земной коры: Новейшие тектонические движения и сейсмичность. М.: Наука, 1964, с. 109—122.

Тараканов Ю. А. Источники крупнейших гравитационных аномалий. — В кн.: Глубинное строение и геофизические особенности структуры земной коры и верхней мантии. М.: Наука, 1977, с. 94—99.

Тезисы докладов научного семинара, проводимого в рамках совещания Рабочей группы социалистических стран по дистанционному зондированию Земли с помощью аэрокосмических средств. Будапешт: Интеркосмос, 1978. 88 с.

Тектоника Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1976. 199 с.

Тектоника Прибалтики. Вильнюс: Мокслас, 1979. 92 с.

Тектоническая карта Белоруссии. Масштаб 1 : 1 000 000. М.: ГУГК, 1977.

Тектоническая карта Евразии. Масштаб 1 : 5 000 000 / Гл. ред. А. Л. Яншин. М.: ГИН АН СССР, ГУГК, 1966.

Тектоническая карта Европы и смежных областей. Масштаб 1 : 10 000 000 / Отв. ред. В. Е. Хаин, Ю. Г. Леонов. М.: ГУГК, 1979.

Тектоническая карта Монгольской Народной Республики. Масштаб 1 : 1 500 000 / Ред. А. Л. Яншин. М.: ГУГК, 1978.

Тектоническая карта фундамента территории СССР. Масштаб 1 : 5 000 000 / Гл. ред. Д. В. Наливкин. М.: МГ СССР, АН СССР, 1974.

Тектоническая расслоенность литосферы новейших подвижных поясов. М.: Наука, 1982. 115 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 359).

Тильман С. М., Афицкий А. И., Чехов А. Д. Сравнительная тектоника Алазейской и Олойской зон (Северо-Восток СССР) и проблема Колымского массива. — Геотектоника, 1977, № 4, с. 6—17.

Титов Г. С. Звездные шаги человечества. — Коммунист, 1981, № 6, с. 92—101.

Тихомиров С. Н. Кольцевые взрывные структуры проблематичного генезиса: Экспресс-информация. М.: ВИЭМС, 1978. 51 с. (Общая и региональная геология, геологическое картирование).

Толковый словарь английских геологических терминов. М.: Мир, 1978. Т. 2. 588 с.

Томсон И. Н., Кочнева Н. Т., Полякова О. П. Верхнемезозойские сводовые поднятия Восточного Забайкалья и их металлогеническое значение. — Сов. геология, 1969, № 12, с. 22—35.

Томсон И. Н., Кочнева Н. Т., Полякова О. П. Мегасвод Восточного Забайкалья и связь с ним нижнемелового эпитермального оруденения. — В кн.: Проблемы эндогенного рудообразования. М.: Наука, 1974, с. 92—101.

Томсон И. Н., Фаворская М. А. Рудоконцентрирующие структуры и принципы локального прогнозирования эндогенного оруденения. — Сов. геология, 1968, № 10, с. 6—20.

Тораринссон С. Срединная зона Исландии. — В кн.: Система рифтов Земли. М.: Мир, 1970, с. 110—127.

Точельников Ю. С. Оптические свойства ландшафта. Л.: Наука, 1974. 221 с.

Трифонов В. Г. О разработке методики геологического дешифрирования космических изображений Земли. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 7, с. 14—18.

Трифонов В. Г. Аэрокосмические и наземные методы изучения молодых разрывных нарушений (на примере Копетдага). — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976а, т. 5, с. 103—113.

Трифонов В. Г. Позднечетвертичные разрывные нарушения Западной и Центральной Азии по данным дешифрирования космических снимков и наземным наблюдениям. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976б, № 11, с. 54—64.

Трифонов В. Г. Молодые тектонические нарушения Копетдага и Юго-Восточного Кавказа и их значение для сейсмического районирования. — В кн.: Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микро-районирования. М.: Изд-во МГУ, 1977, с. 54—60.

Трифонов В. Г. (с дополнениями Е. Е. Милановского). Восточная рифтово-вулканическая зона: Общие вопросы строения и развития рифтово-вулканических зон. — В кн.: Исландия и срединно-океанический хребет: Геоморфология. Тектоника. М.: Наука, 1979, с. 108—125, 128—133, 155—165.

Трифонов В. Г. Тектоника активных областей земной коры в позднем плейстоцене и голоцене: Автореф. дис. ... докт. геол.-минерал. наук. М.: ГИН АН СССР, 1980. 49 с.

Трифонов В. Г., Бызова С. Л., Ведешин Л. А. и др. Вопросы методики геологического дешифрирования космических изображений Земли. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология

и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1973, с. 11—77.

Трифонов В. Г., Макаров В. И., Флоренский П. В. Изучение глубинного строения литосферы с помощью комплекса космических снимков. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование. М.: Наука, 1980, с. 115—122 (МГК. 26-я сес. Докл. сов. геологов).

Трифонов В. Г., Флоренский П. В. Геолог ангажирует космовидение. — Радио и телевидение, 1967, № 36, с. 12.

Трофимов Д. М. Об интерпретации линейно-купольной тектоники Восточно-Европейской платформы (структуры I порядка по данным дешифрирования космических снимков). — Изв. вузов. Геология и разведка, 1980, № 2, с. 3—10.

Трофимов Д. М. Глубинная структура Восточно-Европейской платформы по данным дешифрирования космоснимков. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1981, № 3, с. 21—30.

Трофимов Д. М., Дмитриева Б. И. О взаимосвязи линейных и изометрических объектов на космических снимках и нефтегазоносных структур Бузулукской впадины. — Исслед. Земли из космоса, 1981, № 3, с. 39—44.

Трофимов Д. М., Зотова Е. Н., Израилев В. М. и др. Предварительные результаты комплексной геологической интерпретации аэро- и космических снимков центральной части Окско-Циньинского вала. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 11, с. 69—76.

Трофимов Д. М., Кац Я. Г., Сокин И. И. Некоторые вопросы геологической информативности космических снимков. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 287—291.

Туманов Р. Р. Новые данные о тектонике Городецко-Ковернинской тектонической зоны. — В кн.: Материалы по геологии востока Русской платформы. Казань, 1973, вып. 5, с. 112—115.

Тяпкин К. Ф. Изучение разломной (блоковой) тектоники шита. — В кн.: Изучение тектоники докембрия геолого-геофизическими методами. М.: Недра, 1972, с. 64—115.

Уткин В. П. Сдвиговые дислокации и методика их изучения. М.: Наука, 1980. 143 с.

Фаворская М. А., Томсон И. Н., Баскина В. А. Глобальные закономерности размещения крупных рудных месторождений. М.: Недра, 1974. 193 с.

Фаворская М. А., Томсон И. Н., Иванов Р. Г. и др. Связь магматизма и эндогенной минерализации с блоковой тектоникой. М.: Недра, 1969. 264 с.

Фирсов Л. В. О метеоритном происхождении Пучеж-Катунского кратера. — Геотектоника, 1965, № 2, с. 106—118.

Флоренская Т. В. Соотношение геофизических полей и космических изображений южной части Сибирской платформы. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 250—260.

Флоренский В. П., Лапинская Т. А. Стратиграфическое соотношение основных серий докембрийских пород Волго-Уральской нефтегазоносной области. — Нефт. хоз-во, 1956, № 5, с. 37—45.

Флоренский В. П., Лапинская Т. А., Князев В. С. Некоторые итоги петрографического изучения кристаллического фундамента Волго-Уральской нефтеносной области. М.:

Гостоптехиздат, 1950, с. 65—85. (Тр. МИНХиГП; Вып. 24).

Флоренский И. В., Флоренский П. В. Проявление внутренней структуры Камчатки на космических снимках разного масштаба. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 72—79.

Флоренский П. В. Дешифрирование глубинной структуры Туранской плиты по космическим снимкам в связи с поисками месторождений нефти и газа. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 7, с. 112—117.

Флоренский П. В. Применение космических исследований при изучении нефтегазоносных территорий (на примере Туранской плиты). В кн.: Принципы нефтегеологического районирования в связи с прогнозированием нефтегазоносности недр. М.: Недра, 1976, с. 229—238.

Флоренский П. В. Использование космических съемок при поисках нефти и газа. — В кн.: Аэрокосмические исследования Земли. М.: Наука, 1979, с. 286—297.

Флоренский П. В., Забелин Е. И., Мочалов С. В., Пименов Ю. Г. Неравномерное распределение кольцевых структур Луны по их диаметрам. — В кн.: Проблемы геологии Луны. М.: Наука, 1969, с. 206—228. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 204).

Флоренский П. В., Петренко А. С., Шорин-Константинов Б. П., Ведешин Л. А. Место космического изображения при комплексной обработке геолого-геофизической информации для изучения глубинного строения Нижнего Поволжья. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976, т. 5, с. 42—60.

Флоренский П. В., Руднев А. Н., Крючков В. П. Уточнение внутренней структуры полуострова Бузачи по комплексу космических снимков. — Геология и разведка, 1976, № 11, с. 99—104.

Флоренский П. В., Руднев А. Н., Скобелева Н. М. Триасовые отложения — основной объект поисков нефти и газа на Южном Мангышлаке. — В кн.: Коллекторы нефти и газа на больших глубинах. М.: МИНХиГП, 1978, с. 62—64.

Флоренсов Н. А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 258 с.

Фотиади Э. Э., Сурков В. С., Гришин М. П., Жиро О. Г. Региональные геофизические исследования строения земной коры Сибири. — Геология и геофизика, 1978, № 1, с. 90—95.

Фридман В. М., Глазовская М. А. Основные формы структур почвенного покрова Земли. — Природа, 1979, № 111(771), с. 61—70.

Фрумкин И. М., Нужнов С. В. Основные проблемы геологии архея Алданского шита. — В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР. Якутск, 1968, вып. 18, с. 7—18.

Фу К. С. Модель последовательных решений для оптимального опознавания. — В кн.: Проблемы бионики: Биологический прототип и синтетические системы. М.: Мир, 1965, с. 54—61.

Фу К. С. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машин. М.: Наука, 1977. 256 с.

Фузайлов И. А. Структура консолидированной коры западного погружения Тянь-Шаня. Ташкент: Фай, 1978. 180 с.

Хаин В. Е. Норгидо-Нигерийский позднемезозойский подвижный пояс и условия заложения Западного Тетиса. — Докл. АН СССР, 1969, т. 189, № 6, с. 1340—1343.

Хаин В. Е. Региональная геотектоника: Северная и Южная Америка, Антарктида и Африка. М.: Наука, 1971. 545 с.

Хаин В. Е. Общая геотектоника. М.: Недра, 1973. 512 с.

Хаин В. Е. Региональная тектоника. М.: Недра, 1977. 359 с.

Хаин В. Е. Региональная геотектоника: Внеальпийская Азия и Австралия. М.: Недра, 1979. 356 с.

Хаин В. Е., Еремин В. К., Кац Я. Г., и др. Современное состояние геологических исследований из космоса. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 11, с. 5—13.

Херасков Н. Н. Определение генезиса разломов на основе анализа сети разрывных нарушений в Западном Саяне и Туве (стресс-анализ). — Геотектоника, 1977, № 1, с. 52—66.

Хохлов Э. П. Геолого-структурный контроль рудоносности северной части Восточно-Сихотэ-Алиньского вулканического пояса (Нижнее Приамурье). — В кн.: Геология и металлогения Приамурья. Владивосток, 1977, с. 107—122.

Хренов П. М., Шерман С. И., Александров В. К. и др. Южное обрамление Сибирской платформы. — В кн.: Разломы и горизонтальные движения горных сооружений СССР. М.: Наука, 1977, с. 30—42.

Худяков Г. И. Принципы морфоструктурного анализа и восстановления истории развития наземного рельефа. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока: Юг Дальнего Востока. М.: Наука, 1972, с. 24—382.

Худяков Г. И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 256 с.

Худяков Г. И., Денисов Е. П., Короткий А. М. и др. Юг Дальнего Востока. М.: Наука, 1972. 423 с.

Цареградский В. А. К вопросу о деформациях земной коры. — В кн.: Проблемы планетарной геологии. М.: Госгеолтехиздат, 1963, с. 115—138.

Цейслер В. М., Флоренский В. К., Васюков В. С. Тектонические структуры северной части Ферганского хребта. — Бюл. МОИП. Отд. геол., т. 56, вып. 6, 1981, с. 3—13.

Цыганков А. В. Методы изучения неотектоники и морфоструктуры Нижнего Поволжья в связи с нефтеносностью. — Тр. ВНИПИНефть, Волгоград, 1971, вып. 7. 254 с.

Чебаненко И. И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры. Киев: Изд-во АН УССР, 1963. 153 с.

Чедия О. К. Новейшие поперечные поднятия, их типы и практическое значение (на примере Средней Азии). — В кн.: Материалы по геологии Памира. Душанбе, 1964, вып. 2, с. 12—29.

Чедия О. К. Юг Средней Азии в эпоху новейшего горообразования. Фрунзе: Илим, 1972. Кн. 1 и 2. 224 с.

Чекалюк Э. Б., Федорцов И. М., Осадчий В. Г. Полевая геотермическая съемка. Киев.: Наук. думка, 1974. 102 с.

Чембровский О. А., Казаров Ю. К. Принципы применения и основные направления развития космической техники в прикладных целях. — В кн.: Итоги развития науки и техники: Ракетостроение. М., 1974, т. 4, с. 212—240.

Червяковский Г. Ф., Таврин И. Ф., Ярошин А. Я. и др. Широтные и субширотные структуры Урала. — Сов. геология, 1966, № 11, с. 35—43.

Чесноков Ю. М., Ведешин Л. А. Фотографические методы исследования Земли из космоса. — В кн.: Исследование земных ресурсов космическими средствами. М.: ВИНТИ, 1975, ч. 1, с. 11—20.

Чижова Н. Г. Кольцевые морфоструктуры и их роль в локализации эндогенного оруденения (на примере Тимано-Уральского региона). — В кн.: Металлогения и новая глобальная тектоника. Л., 1973, с. 152—154.

Чижова Н. Г. Применение морфоструктурного анализа для выявления кольцевых структур и их роль в локализации эндогенного оруденения (на примере Тимано-Североуральского региона). — Геоморфология, 1975, № 2, с. 107—109.

Чудновский А. Ф. Теплофизика почвы. М.: Наука, 1976. 352 с.

Шарапов В. Н., Бондаренко П. М., Пяткин В. П. Выявление инструментальными методами рисунка разломов Центральной Камчатки и расшифровка их генезиса. — Исслед. Земли из космоса, 1980, № 2, с. 44—50.

Шарданов А. Н. Структурный план молодых плит юга СССР на основе космической информации. — В кн.: Дистанционные методы при нефтегазопроисковых работах. М.: ИГиРГИ, 1981, с. 3—30.

Шарков В. В. Аэрометоды изучения океана и его дна. — В кн.: Проблемы исследования и освоения Мирового океана. Л.: Судостроение, 1979, с. 135—165.

Шарков В. В., Гурьева З. И. К вопросу геологического дешифрирования космических снимков морских акваторий. — В кн.: Применение новых видов аэросъемок при геологических исследованиях. Л.: ВСЕГЕИ—ЛАЭМ, 1976, с. 11—21.

Шатский Н. С. О глубоких дислокациях, охватывающих платформы и складчатые области (Поволжье и Кавказ). — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 5, с. 39—66.

Шафрановский И. И. Симметрия в природе. М.: Недра, 1968. 184 с.

Шейнманн Ю. М. Тектоника и магматизм. — В кн.: Избранные труды. М.: Наука, 1976. 392 с.

Шерман С. И. Физические закономерности развития разломов земной коры. Новосибирск: Наука, 1977. 101 с.

Шерман С. И., Медведев М. Е., Ружич В. В. и др. Тектоника и вулканизм юго-западной части Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск: Наука, 1979. 136 с.

Шилин Б. В., Гусев Н. А. Тепловая съемка вулканов Камчатки. — Сов. геология, 1969, № 5, с. 10—25.

Шилин Б. В., Гусев Н. А., Кариженский Е. Я. Об использовании инфракрасной аэросъемки для выявления участков избыточного увлажнения и выходов подземных вод. — Сов. геология, 1971, № 1, с. 19—35.

Шилин Б. В., Неварко Е. А., Горный В. И., Выпрлицкий Г. С. Геологические предпосылки инфракрасной аэросъемки. — В кн.: Применение новых видов аэросъемок при геологических исследованиях. Л.: ВСЕГЕИ—ЛАЭМ, 1976, с. 71—101.

Шило Н. А., Ващиллов Ю. Я., Мигович И. М. Вопросы глубинного строения Северо-Востока СССР по гравиметрическим данным. — Геология и геофизика, 1979, № 2, с. 13—28.

Шило Н А, Умитбаев Р Б Монголо-Чукотская система глубинных разломов — древняя сейсмофокальная зона — Геология и геофизика, 1977, № 11, с 158—165

Широкова Е И О напряжениях, действующих в очагах землетрясений Кавказа и примыкающих районов — Изв АН СССР Сер геофиз, 1962, № 10, с 15—24

Сихалибейли Э Ш Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа Баку Изд-во АН АзССР, 1966 263 с

Шокальский Ю М Океанография Л Гидрометеоздат, 1959 537 с

Шолло В Н Альпийская геодинамика Большого Кавказа М Недра, 1978 175 с

Шульц С С Анализ новейшей тектоники и рельефа Тянь Шаня М, 1948 222 с (Зап Всесоюз геогр о-ва Нов сер, Т 3)

Шульц С С Планетарная трещиноватость (основные положения) — В кн Планетарная трещиноватость Л Изд-во ЛГУ, 1973, с 5—37

Шульц С С (мл) Концентрические сводные структуры Приаралья и Кызылкумов на космических снимках, полученных с орбитальной станции «Салют» — В кн Исследование природной среды, космическими средствами Геология и геоморфология М ВИНТИ, 1974, т 2, с 88—89

Шульц С С (мл) Линейные и мозаичные системы сдвигов на космических снимках Земли — Изв вузов Геология и разведка, 1975, № 1, с 16—21

Шульц С С (мл) Системы левых и правых сдвигов Евразии на космических снимках — В кн Исследование природной среды космическими средствами Геология и геоморфология М ВИНТИ, 1976, т 5, с 95—102

Шульц С С (мл) Использование материалов космических съемок — В кн Методическое руководство по изучению планетарной трещиноватости М, Л Недра, 1977, с 71—120

Шульц С С (мл), Проблемы и методы глобальной тектоники — В кн Методы теоретической геологии Л Недра, 1978, с 234—260

Шеглов А Д, Брюханов В Н, Буш В А и др Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР — В кн Четвертичная геология и геоморфология Дистанционное зондирование М Наука, 1980, с 130—137 (МГК 26-я сес Докл сов геологов)

Шерба Г Н Колонна преобразования земной коры Алма-Ата Наука, 1975 279 с

Шерба Г Н, Дзячков Б А, Нахтигаль Г П О зональности в размещении редкометального оруденения на юго-западном Алтае — Изв АН КазССР, 1979, № 2, с 19—30

Шукин Ю К Глубинные сейсмогенные разломы земной коры Сейсмогенные структуры и сейсмодислокации М ВНИИ Геофизика, 1973, с 70—79

Шукин Ю К Сейсмогенные структуры и фокальные зоны Альпийского пояса и их связь с геофизическими полями и разломами — В кн Разломы земной коры М Наука, 1977, с 125—133

Эшби У Р Что такое разумная машина — В кн Кибернетика — неограниченные возможности и возможные ограничения М Наука, 1979, с 33—46

Юшманов В В Очаговые морфоструктуры Алданского щита — В кн Геология Дальнего Востока Владивосток, 1975, с 62—71

Юшманов В В Очаговые куполовидные морфоструктуры востока Алданского щита и их роль в локализации оруденения — В кн Геоморфология и неотектоника горных областей Дальнего Востока Владивосток, 1977, с 105—118

Юшманов В В Концентрические горные системы Алдано-Станового региона и их классификация — В кн Типы и механизмы горообразования Иркутск, 1979, с 114—116

Якубов Д Х, Ахмеджанов М А, Борисов О М Региональные разломы Срединного и Южного Тянь-Шаня Ташкент Фан, 1976 146 с

Ян-Жин-Шин В А, Валакшин Г Д, Волкодав А И и др Опыт использования космической информации в Якутском территориально-геологическом управлении Экспресс-информация М ВИЭМС, 1978, с 26—39 (Общая и региональная геология, геологическое картирование, № 2)

Яшин А Л Взгляды А Д Архангельского на тектонический характер юго-восточного обрамления Русской плиты и современные представления по этому вопросу — В кн Памяти академика А Д Архангельского М, Л Изд-во АН СССР, 1951, с 254—327

Яшин А Л, Зяткова Л К Развитие и использование исследований природных явлений и ресурсов в Сибири и на Дальнем Востоке — Исслед Земли из космоса, 1980, № 1, с 40—48

Amad M U, Ghosh W A, Antalovich G W Temperature survey of coal mines producing water — In Proc of the 7th Intern Symp on Remote of Environ Michigan, 1971, p 10—21

Attneave F Some informational aspect of visual perception — Psychol Rev, 1954, vol 61 183 p

Baird A K, Morton D M, Baird K W, Woodford A O Transverse ranges province a unique structural petrochemical belt across the San Andreas fold system — Bull Geol Soc Amer, 1974, vol 85, N 2, p 163—174

Belaev K, Bylinsky R, Dolivo-Dobrovolsky A et al Tectonic pattern of the Eastern part of the Baltic Shield — In Proc of the Soviet-Finnish Symp in Finland "Fault Tectonics in the Eastern Part of the Baltic Shield" Helsinki, 1977, p 35—48

Bodechtel J, Crieloff-Emden H G Weltraumbilder der Erde Munchen List Verl, 1969 176 S

Brennan P A, Lintz I IR remote sensing of some sedimentary rocks — Proc of 7th Intern Symp on Remote Sensing of Environ Michigan, 1971, p 7—15

Bylinsky R, Dolivo-Dobrovolsky A, Glebovitsky V The Major Belomorian Deep Faults Zone — In Proc of the Soviet-Finnish Symp in Finland "Fault Tectonics in the Eastern Part of the Baltic Shield" Helsinki, 1977, p 49—62

Cassinis R, Marino C M, Tonelli A M Evaluation of thermal IR-imager on Italian volcanic areas-ground and airborne surveys — Proc of 7th Intern Symp on Remote Sensing of Environ Michigan, 1971, p 50—55

Chaubert G Sur les reactions provoques par la chute de grande meteorites (d'apres des craters meteoriques des impactiles et des tectites) — Notes Serv Geol Maroc, 1977, vol 38, N 268, p 1—114

Clark M M Comparison of SLAR images and small scale low-sun aerial photographs —

Bull Geol Soc Amer, 1971, vol 82, N 6, p 1755-1842

Condie K C North American composition of the ancient crust - Science, 1967, vol 155, N 3765, p 1013-1015

Condie K C Geochemistry of early Precambrian graywackes from Wyoming - Geochim et cosmochim acta, 1967, vol 31, N 11, p 2135-2149

Condie K C Archaen magmatism and crustal thickening - Bull Geol Soc Amer, 1973, vol 84, N 9, p 2981-2992

Dellwig L F An evaluation of multifrequency radar imagery of the Pisgah Crater area, California - Mod Geol, 1969, vol 1, N 1, p 65-73

Dence M R, Grieve R A, Robertson R B Terrestrial impact structures: principal characteristics and energy consideration - In Impact and explosion craters N Y, 1977, p 247-275

Dictionary of geological terms N Y Dolphin Books, 1962, 545 p

Dolivo Dobrovolsky A, Strelnikov S The remote sensing study of the largest lineaments and their system - In Proc of the First Intern Conf on the New Basement Tectonics Salt Lake City, Utah USGS Publ, 1976, N 5, p 349-354

Dolivo Dobrovolsky A, Strelnikov S Principal types of large linear and ring structures of the Earth continental crust - In 3rd Intern Conf of the New Basement Tectonics (abstract) Durango (Colo), 1978, p 328-350

Eden M On the formalization of handwriting - In Proc Appl Math Symp, 1961, vol 12 Providence, Rhode Island Amer Math Soc

ERTS-1 A new window on our planet Wash, 1976, p 48-126

Furon R La geologie du plateau Iranien (Perse, Afganistan, Belouchistan) - Mem Mus Hist Paris N s, vol VII, 1941 fasc 2

Gorman B E, Pearce T H, Birkett T C On the structure of archaen greenstone belts - Precambrian Rev, 1978, vol 6, N 1, p 23-41

Hess H H History of ocean basin - Petrol Stud, 1962, p 599-626

Heyl A V The 39th parallel lineament and its relationship to ore deposits - Econ Geol, 1972, vol 67, N 7, p 879-895

Hobbs W H Lineaments of the Atlantic border region - Bull Geol Soc Amer, 1904, vol 15, p 483-506

Hobbs W H Repeating patterns in the relief and in the structure of the Land - Bull Geol Soc Amer, 1911, vol 22, p 123-176

Ilyin A V Lineaments of the North Central Asia - In Remote sensing and mineral exploration Pergamon press, 1980, p 139-142

Jaffe L D Aerospace technology can be applied to exploration back on the Earth - Oil and Gas J, 1977, vol 75, N 33, p 92-97

Jones H Prospecting by infrared techniques - Mining Mag, 1970, vol 122, N 1, p 111-1123

Kimura T The Akaishi tectonic line in the eastern part of the Southwest Japan - Jap J Geol and Geogr 1961, vol 32, N 1, p 119-136

Kimura T et al Geologic structures in the Tayabas Isthmus district, Philippines - Geol and Paleontol of Southeast Asia, 1968 vol 4, p 75-90

Kirk J N, Walters R J. Radar imagery - a new tool for the geologist - Compass Sigma Gamma Epsilon, 1966, vol 43, p 85-93

Kroner A Proterozoic crustal evolution in part of Southern Africa and evidence for extensive sialic crust since the end archaen - Philos Trans Roy Soc London, 1976, N 1298, p 541-553

Kroner A The Precambrian geotectonic evolution of Africa: accretion versus plate destruction - In 25th Intern Geol Congr Abstr Canberra, 1977, vol 1, p 15

Kutina J Hydrothermal ore deposit in the western United States: a new concept of structural control of distribution - Science, 1969, vol 165, p 1113-1119

Kutina J Structural control of volcanic ore deposits in the context of global Tectonic - Bull volcanol, 1974, vol 38, N 4, p 1039-1069

Kutina J Regularities in the distribution of ore deposits along the 'Mendocino Latitude' Western United States - Global Tectonics and Metallogeny, 1980, vol 13, N 2, p 134-193

Laubscher H P Structural and seismic deformation along normal faults in the Eastern Venezuelan basin - Geophysics, 1956, vol 21, N 2, p 368-387

Makarov V I, Skobelev S F, Trifonov V G et al Plutonic structure of the Earth's Crust on the space images - In Proc of the IX Intern Symp on Remote Sensing Environ Ann Arbor (Mich), vol 1, p 369-437

Makarov V I, Solov'yeva L I Intercrossing Crustal structure and the problem of manifestation of its deep-seated on the surface - Geol Surv Prof Pap, 1977, 1015, p 319-337

Mohajer-Ashjai A, Behzadi H, Berberian M Reflection on the rigidity of the Lut Block and recent crustal deformation in eastern Iran - Tectonophysics, 1975, vol 25, N 3/4, p 281-301

Molnar P, Tapponnier P Cenozoic tectonics of Asia: effects of continental collision - Science, 1975, vol 189, N 4201, p 419-426

Molnar P, Tapponnier P Relation of the tectonics of eastern China to the India - Eurasia collision: application of slip line field theory to large scale continental tectonics - Geology, 1977, vol 5, N 4, p 212-216

Molnar P, Tapponnier P Active tectonics of Tibet - J Geophys Res, 1978, vol 83, N B11, p 5361-5375

Moody J D, Hill M J Wrench fault tectonics - Bull Geol Soc Amer, 1956, vol 67, N 9, p 1207-1246

Moorbath S Age and isotope evidence for the evolution of continental crust - Philos Trans Roy Soc London, 1977, N A288, p 401-413

Nemeč V The law of regular structural pattern: its applications with special regard to mathematical geology - In Geostatistics, a colloquium, N Y, L, 1970, p 63-78

Noble J Two metallogenic maps for North America - Geol Res, 1980, vol 69, p 594-599

Pavoni N Die Nordanatolische Horizontalverschiebung - Geol Rdsch, 1961, Bd 51, b 1, S 122-139

Pavoni N Rotierende Felder in der Erdkruste Symp Über recente Erdkrustenbewegungen Leipzig, 1962, S 251-260

Pavoni N Investigation of recent crustal movements in Switzerland Schweiz Miner und Petrogr Mitt 1979, Bd 59, H 1/2 T 2, S 117-126

Radar mapping in South America - Photogrammetric Eng, 1972, vol 38, N 1, p 93

Reed F. C. A sequential multidecision procedure. — In: Proc. Symp. on Decision Theory and Appl. Electron. Equipment Develop., VSAF Develop. Center, Rome, New York, 1960, p. 83—89.

Reeves R. G. Structural geologic interpretation from radar imagery. — Bull. Geol. Soc. Amer., 1969, vol. 80, N 11, p. 2159—2164.

Sadovsky M. A., Nersesov J. L. Forecasts of earthquakes on the basis of complex geophysical features. — Tectonophysics, 1974, vol. 23, p. 247.

Saul J. M. Circular structures of large scale and great age on the Earth's surface. — Nature, 1978, vol. 271, N 564300, p. 345—349.

Side-look radar: geologist's new oil hunting tool. — Oil and Gas J., 1970, vol. 68, N 50, p. 134—135.

Simonett D. S. Application of color combined multiple polarizatin radar images to geoscience problems. — Comput. Contrib. State Geol. Surv., 1966, N 7, p. 19—27.

Stemmons D. B. Pliocene and Quaternary crustal movements of the Basin-and-Range Province, USA. — J. Geosci., Osaka City Univ., 1967, vol. 10, p. 1—11.

Spiridonov H. B., Kroumov A. H., Katskov N. K., Youchev S. R. Measurement of spectral reflectance of magmatic and metamorphic rocks. — Доклады Болгарской академии наук. София, 1980, т. 33, №.2, с. 195—198.

Srinivasan R., Sreenivas B. L. Some new geological features from the LANDSAT imagery of Karnataka. — J. Geol. Soc. India, 1977, vol. 18, N 11, p. 589—597.

Terry M. C., Burney J. H. Thermal prospecting for oil. — Temperatures, its measurement and control in science and industry. Peinhold Publ. Corp., 1941, p. 1011—1013.

Thorarinsson S., Saemundsson K., Williams R. S., jun. ERTS-1 image of Vatnajökull: Analysis of glaciological, structural and volcanic features. — Yokull, 1973, vol. 23, p. 7—17.

Van Orstrand C. E. Some evidence on the variation of temperature with geologic structure

in California and Wyoming oil district. — Econ. Geol., 1926, vol. 21, N 2, p. 145—165.

Van Orstrand C. E. Temperature gradients. — In: Problems of petroleum geology. L., 1934, p. 989—1021.

Van Orstrand C. E. Normal geothermal gradient in United States. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1935, vol. 19, N 1, p. 78—115.

Viksne A., Liston T. C., Sapp C. D. SIR reconnaissance of Panama. — Geophysics, 1969, vol. 34, N 1, p. 54—69.

Wallace R. E., Moxham R. M. Use of infrared imagery in study of the San Andreas Fault system, California. — US Geol. Surv. Prof. Pap., 1967, vol. 575-D, p. D147—D156.

Warner L. A. The Colorado lineament: A middle Precambrian wrench fault system. — Bull. Geol. Soc. Amer., 1978, vol. 89, p. 161—171.

Wellman N. W. Active wrench faults of Iran, Afghanistan and Pakistan. — Geol. Rdsch., 1966, B. 55, N 3, p. 716—735.

Wertz G. B. The Texas lineament and its economic significance in Southeast Arizona. — Econ. Geol., 1970, vol. 65, N 2, p. 166—181.

Wing R. S. Structural analysis from radar imagery of the eastern Panamanian Isthmus. — Mod. Geol., 1971, pt 1, N 1, p. 1—21; pt 2, N 2, p. 75—127.

Wing R. S., MacDonald H. C. Radar geology-petroleum exploration technique, Eastern Panama and Northwestern Colombia. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1973, N 5, vol. 57, p. 825—840.

Winley B. F., Davies B. F. Volcano spacings and lithospheric crustal thickness in the Archaean. — Earth and Planet. Sci. Lett., 1978, vol. 38, N 2, p. 291—297.

Wise D. U. Radar geology on an Appalachian Piedmont cross section. — Photogrammetric Eng., 1967, vol. 33, N 7, p. 752—761.

World Ocean Floor Map. Scale 1: 23 230 000/B. C. Heezen, M. Tharp. US Navy, Office of Naval Research. N. Y., 1977.

Wright L. Late Cenozoic Fault patterns and stress fields in the Great Basin and westward displacement of Sierra Nevada block. — Geology, 1976, vol. 4, p. 489—494.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение (А. В. Пейве, В. Г. Трифонов, А. И. Яншин)	3
<i>Часть первая</i>	
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	7
<i>Глава 1. Методология и методические основы геологического дешифрирования космических снимков</i> (В. И. Макаров)	7
<i>Глава 2. Использование математических методов в дистанционном зондировании для решения геологических задач</i> (В. К. Кучай, Д. Н. Чучадаев)	14
<i>Глава 3. Методика инструментального дешифрирования аэрокосмических изображений</i> (С. Ф. Скобелев, А. С. Петренко)	20
<i>Глава 4. Корреляция космической и геолого-геофизической информации</i> (А. С. Петренко, П. В. Флоренский)	31
<i>Глава 5. Структурно-геологические исследования и геологическое картирование с помощью материалов космических съемок</i>	45
Принципы составления космотектонических и космофотогеологических карт (В. А. Буш)	45
Проблемы улучшения традиционных геологических карт (С. С. Шульц мл.)	50
Применение многозональных космических снимков при структурно-геологических исследованиях (С. Ф. Скобелев)	52
Выявление и картирование массивов плутонических пород и их петрохимическая диагностика (С. С. Шульц 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
<i>Глава 6. Методические основы, особенности и перспективы использования специальных видов дистанционной съемки</i>	76
Тепловая съемка (В. И. Лялько, М. М. Митник, с дополнениями Л. Д. Вульфсона)	76
Радиолокационная съемка (А. В. Доливо-Добровольский)	90
Спектрометрирование горных пород (Н. Кацков, Х. Спиридонов, М. Червенышка)	98
Лидарная спектрометрическая съемка (В. И. Лялько)	101
<i>Глава 7. Комплексное применение дистанционных методов при геологических исследованиях</i> (В. Г. Трифонов)	105
<i>Часть вторая</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ И НОВЕЙШИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	108
<i>Глава 8. Современные и новейшие эндогенные процессы</i>	108
Молодая тектоника и прогноз землетрясений (В. Г. Трифонов, В. И. Макаров)	108
Соотношения между механизмами очагов землетрясений и проявлениями сейсмических зон на космических снимках (И. В. Ананьин)	117
Современные вулканические явления и структуры (И. А. Гусев)	122

Глава 9	Современные и новейшие экзогенные процессы	134
	Экзогенные процессы как индикаторы новейшей структуры равнинных территорий (Л И Соловьева, Г С Бурлакова, Ю А Лион)	134
	Изучение погребенной гидрографической сети на примере Туранской низменности (О М Борисов, В Н Полтавченко)	139
	Изучение и прогноз оползневых процессов (В К Кучай, с дополнениями А И Гущина, М Ю Никитина, В Д Скаряткина)	142
Глава 10	Неотектоника и морфоструктурный анализ приокеанических областей	146
	Морфотектоника и кайнозойская история формирования материковых побережий Охотского и Японского морей (А П Кулаков)	146
	Морфоструктуры молодых вулканических областей Камчатки (Б В Ежов, С Е Апрельков)	154
Глава 11	Новейшие и современные геологические процессы на шельфе (В В Шарков)	158
Глава 12	Космическая информация, новейшие тектонические движения и рельеф (С С Шульцман)	164
Часть третья		
ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЛИНЕАМЕНТОВ И КОЛЬЦЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ		
Глава 13	Линеаменты и кольцевые образования Восточно-Европейской платформы	173
	Балтийский щит (А В Доливо-Добровольский)	173
	Русская плита (С И Стрельников)	179
	Запад Восточно-Европейской платформы (Р Г Гарецкий, О И Карасев, Э В Левков, А А Святогоров)	185
	Юг Восточно-Европейской платформы и Скифская плита (М А Кикина, С В Порошин)	189
Глава 14	Линейные и кольцевые структуры Крымско-Кавказской области (Н В Лукина, А С Караханян, Б В Сенин, В Д Скарятин, В Г Трифионов)	195
Глава 15	Линейные и кольцевые структуры Урала (С И Стрельников)	207
Глава 16	Линеаменты Туранской плиты (Л В Флоренский, В П Крючков)	217
Глава 17	Линейные и кольцевые структуры Памиро-Тяньшаньской области (О М Борисов, А К Глих, Н Т Кочнева, В И Макаров)	226
Глава 18	Линейные и кольцевые структуры Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты (Б Я Пономарев)	234
Глава 19	Линеаменты Саяно-Тувинской области (В Е Гоникберг)	242
Глава 20	Линеаменты и кольцевые образования территории МНР (Г И Волчкова, В И Макаров)	249
Глава 21	Линеаменты и кольцевые образования юга Восточной Сибири и Дальнего Востока (В В Юшмаков, Г Ф Уфимцев, Ф С Онухов, В Н Ставров, с дополнениями Л В Флоренского, И В Флоренского)	254
Глава 22	Линейные и кольцевые структуры Верхояно-Колымской складчатой области (В С Кравцов)	271
Глава 23	Планетарные линейные объекты и их иерархия по геолого-геоморфологическим, гравиметрическим и космосъемочным данным высоких уровней генерализации (Б В Сенин)	276
Глава 24	Системы трансконтинентальных линеаментов Евразии (В А Буш)	287
Глава 25	Крупнейшие кольцевые структуры континентальной земной коры (А В Доливо-Добровольский)	299
Глава 26	Основные принципы, аспекты и проблемы дешифрирования и интерпретации линеаментов и кольцевых образований (В И Макаров, Б В Сенин)	305

Часть четвертая

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В РУДНОЙ ГЕОЛОГИИ 322

Глава 27 **Использование космических снимков при изучении линейных рудоконтролирующих и рудоконцентрирующих структур** 322

Общие принципы анализа линейных структур (М А Фаворская) 322

Морфоструктурные и структурно-геоморфологические методы выявления сквозных рудоконцентрирующих и рудолокализирующих структур (И К Волчанская) 325

Использование космических снимков для выявления металлогенически специализированных секущих систем линейных элементов (В С Кравцов) 335

Глава 28 **Применение космических снимков при изучении мелкомасштабных кольцевых рудоконтролирующих структур** 340

Методические вопросы (Н Т Кочнева, И Н Томсон, В В Середин) 340

Кольцевые структуры в рудных провинциях Средней Азии (Н Т Кочнева, И Н Томсон) 345

Морфоструктурный анализ при структурно-металлогеническом дешифрировании космических снимков континентальной окраины юга Дальнего Востока СССР (В В Середин) 350

Морфоструктурное районирование и его значение для металлогенического прогноза в Восточно-Сихотэ-Алиньском поясе (на примере Петрозавеского и Усть-Амурского районов) (С М Тащи, А А Гаврилов) 368

Глава 29 **Применение космических снимков в исследовании структур рудных полей и месторождений** (Ю Г Сафонов, В Д, Парфенов) 372

Глава 30 **Новые данные по геологическому строению Кармазарского рудного района** 383

Некоторые общие вопросы геологии и тектоники района (Е В Акимова, В И Завалин) 383

Достоверность и информативность схемы дешифрирования разрывных нарушений по космическим снимкам (Е В Акимова) 387

Глубинное строение Кармазарского рудного района и структурные позиции некоторых рудных полей и месторождений (В И Завалин) 393

Глава 31 **Геологическая позиция рудных полей и месторождений в Джидинском и Балейском рудных районах Забайкалья** (В И Микляев) 403

Часть пятая

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ 413

Глава 32 **Дистанционные исследования в комплексе нефтегазопомисковых работ** (П В Флоренский, А Н Дмитриевский, И И Скворцов) 413

Глава 33 **Нефтегазоносные провинции древних платформ** 416

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция (Д И Дмитриева, Д М Трофимов) 416

Юг Северо-Каспийской нефтегазоносной провинции (В Г Варламов, А В Гурьянов) 422

Западная часть Восточно-Европейской платформы (Р Г Гарецкий, В Я Кожегов, О И Карасев, Э В Левков, А Л Святогор) 426

Днепровско-Припятская газонефтеносная провинция (В И Гридин) 428

Наземные и дистанционные геотермические исследования нефтяных месторождений (В И Лялько, М М Митник) 438

Отражение структуры фундамента нефтегазоносных провинций Восточно-Европейской платформы на космических снимках (Д В Лопатин) 442

Украинский щит (Я И Белавцев, С С Быстревская) 446

Восточно-Сибирская газонефтеносная провинция (А В Копылов, П В Флоренский, Т В Флоренская) 450

Глава 34. Нефтегазоносные провинции молодых плит	454
Туранская нефтегазоносная провинция (В. П. Крючков, А. Н. Руднев, П. В. Флоренский)	454
Ферганская нефтегазоносная область (В. К. Флоренский)	460
Предкавказская нефтегазоносная провинция (А. А. Логачев, Ю. А. Романов, А. Н. Шардаков)	465
Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция	469
Ландшафтно-индикационные признаки глубинной структуры (Л. И. Соловьева, Г. С. Бурлакова, Н. С. Посошкова, В. А. Козлов)	469
Структуры газонефтеносных районов (В. В. Боровский, А. Л. Клопов, И. Д. Песковский, Л. Л. Подсосова)	479
Сургутский свод (Е. Л. Курбала)	484
Глава 35. Нефтегазоносные провинции альпийских впадин	486
Закавказская нефтегазоносная провинция (М. В. Аллахвердиев, Н. А. Ашумов, В. Н. Ермолаев)	486
Западно-Туркменская нефтегазоносная провинция (Г. И. Амурский, М. С. Бондарева, Л. В. Пименова)	490
Глава 36. Эффективность применения методов дистанционного изучения нефтегазоносных территорий (В. И. Гридин, П. В. Флоренский)	497
Заключение (В. Г. Трифонов, В. И. Макаров, Ю. Г. Сафонов, П. В. Флоренский)	502
Литература	506

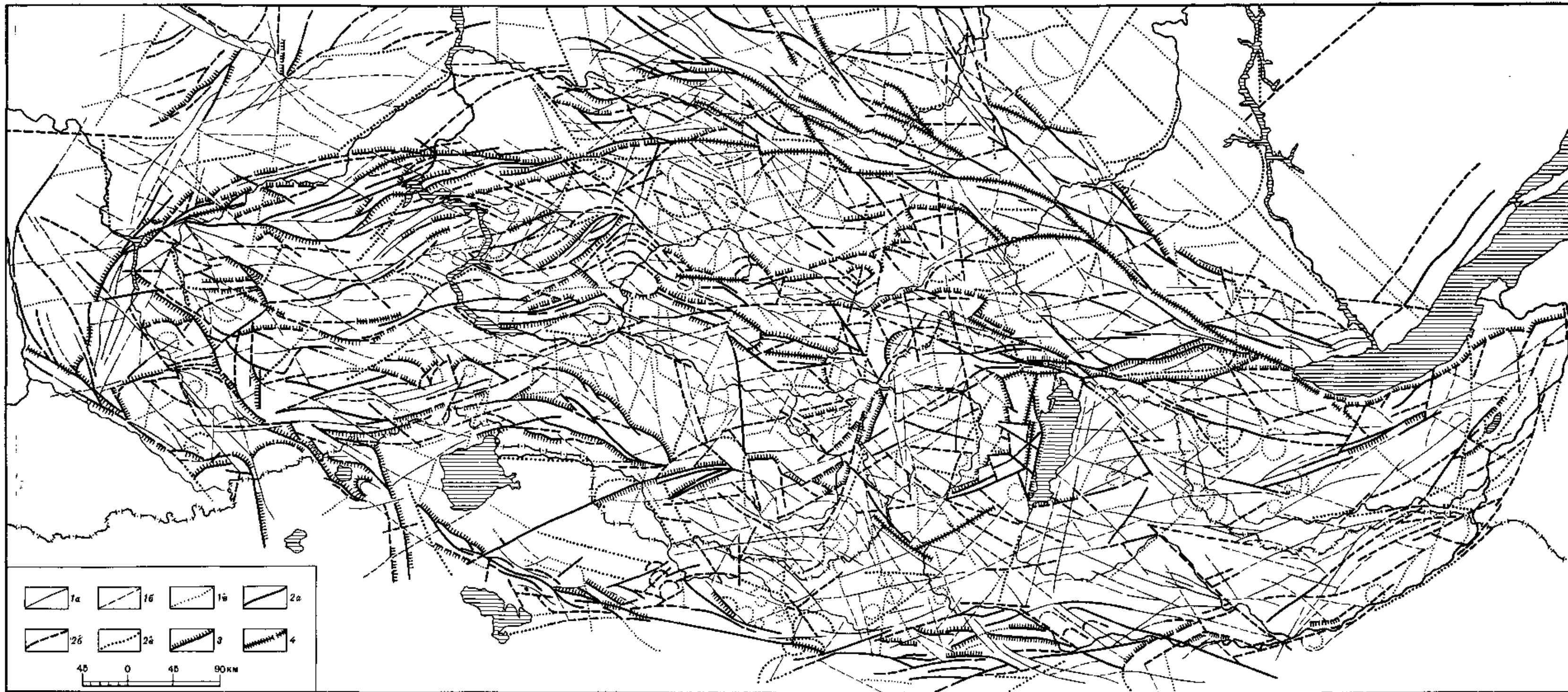


Рис. 95. Карта линейментов и дуговых структур Саяно-Тувинского региона и его обрамления

1 — линейменты и дуговые структуры: а — четкие и непрерывные, б — относительно менее четкие и (или) прерывистые, в — распылчатые (линейные и дуговые орографические и ландшафтные аномалии); 2 — то же, активно проявившиеся в рельефе и новейшей морфоструктуре (а, б, в соответствуют а, б, в знака 1); 3, 4 — то же, наиболее активно проявившиеся в рельефе (3 — уступы, 4 — борозды)

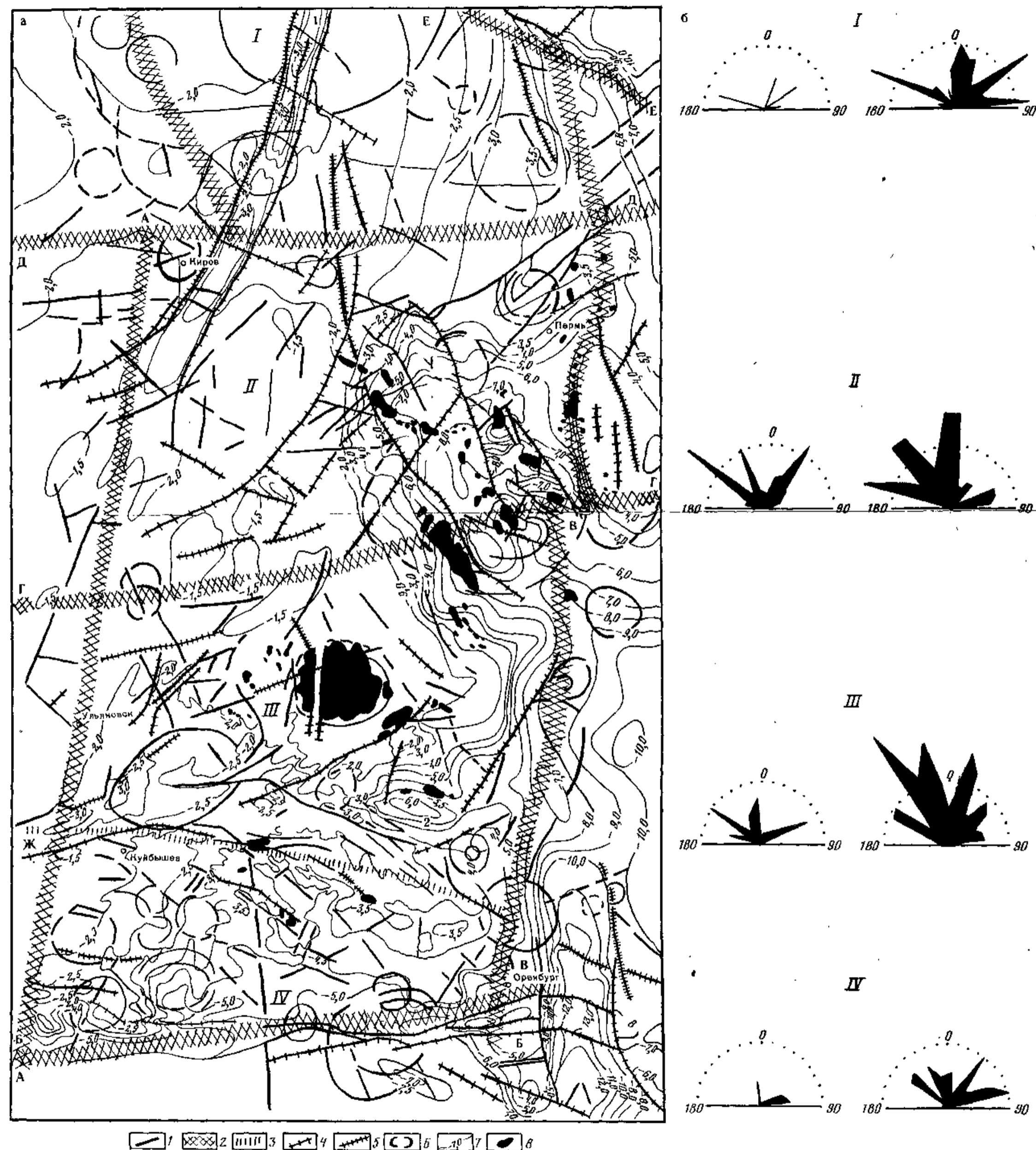


Рис. 144. Схема структурно-тектонического районирования Волго-Уральской нефтегазоносной провинции по космическим и геолого-геофизическим данным [Карта..., 1976]

а — схема структурно-тектонического районирования Волго-Уральской провинции; б — розы-диаграммы линеаментов и разломов блоковых структур Волго-Уральского района.

1 — линеаменты; 2 — линеаментные мегазоны; 3 — линеаментные зоны; 4, 5 — разломы: 4 — выявленные по геолого-геофизическим данным, 5 — дешифрируемые на космических снимках; 6 — изометричные структуры; 7 — изогипсы по кровле фундамента (в км); 8 — месторождения нефти и газа. Зоны и мегазоны дислокаций: А — Астраханско-Сулинская; Б — Приуральская; В — Орско-Варшавская; Г — Куршско-Красноуфимская; Д — Скандо-Солнцямская; Е — Тиманская; Ж — Самаро-Токская. Блоки: I — Сыктывкарский, II — Кировско-Пермский, III — Ульяновско-Уфимский, IV — Куйбышевско-Оренбургский. Анкладогенцы: 1 — Вятский, 2 — Серноводско-Абдулинский

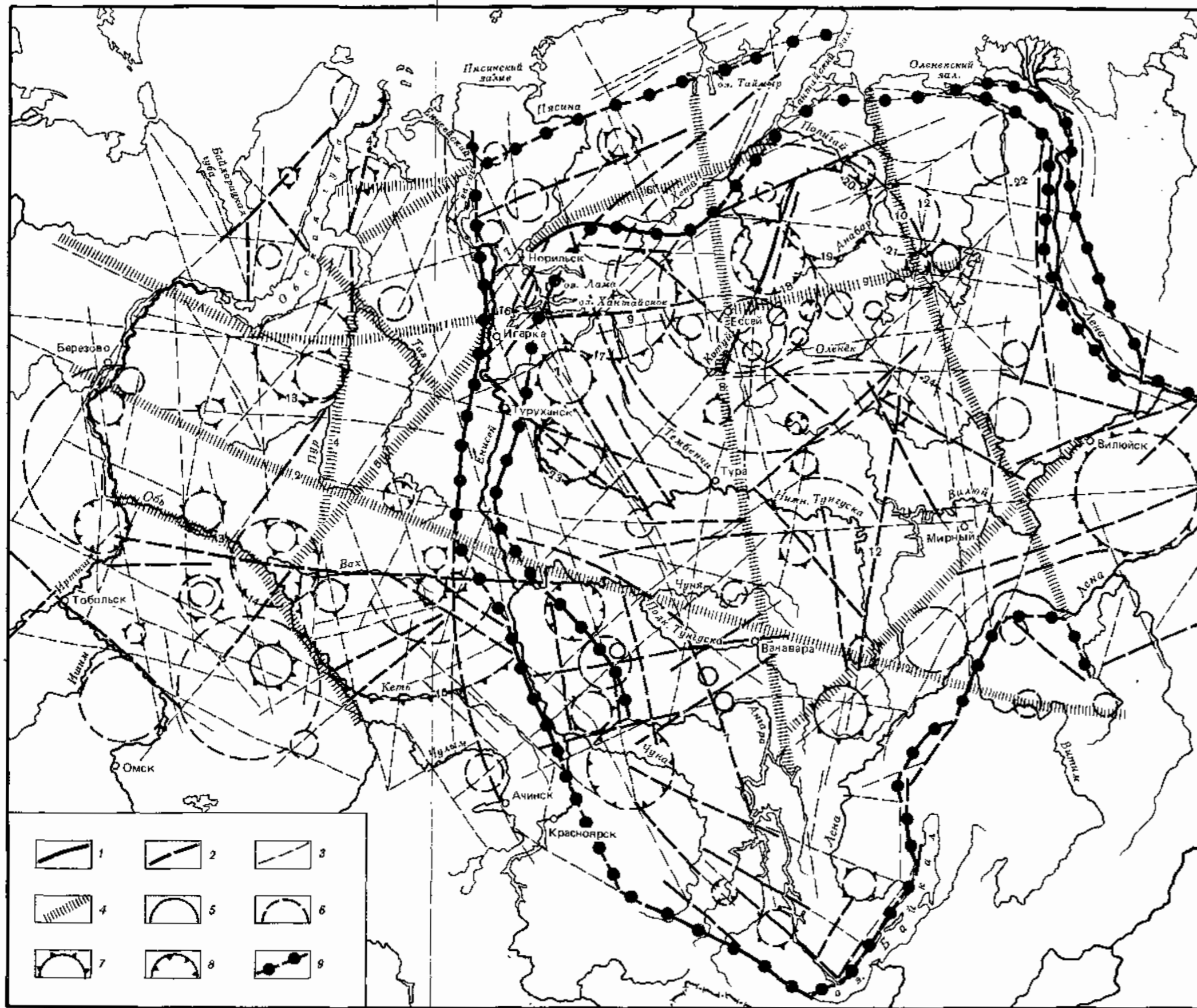


Рис. 94. Карта линеаментов и кольцевых структур платформенных областей Сибири по данным дешифрирования космических снимков

1—3 — линеаменты, выраженные на космических снимках очень четко (1), хорошо (2) и слабо (3); 4 — линеаментные зоны; 5—8 — кольцевые структуры, выраженные на космических снимках хорошо (5), слабо (6), образующие в рельефе поднятия (7) и опускания (8); 9 — линеаменты, интерпретируемые как красные швы, ограничивающие платформы, красные структуры и складчатые системы.

Крупнейшие линеаментные зоны (цифры на схеме): 1 — Салехард-Хантайская, 2 — Березовско-Ванаварская, 3 — Обская, 4 — Пурско-Гыданская, 5 — Омско-Игарская, 6 — Пясинно-Хантайская, 7 — Ангаро-Норильская, 8 — Ангаро-Таймырская, 9 — Хантайско-Кунамская, 10 — Анабаро-Вилуйская, 11 — Ангаро-Вилуйская, 12 — Илимско-Айхальская; кольцевые структуры: 13 — Надымская, 14 — Нижнеартовская, 15 — Обь-Енисейская, 16 — Норильская, 17 — Путорацкая, 18 — Котуйская, 19 — Анабарская, 20 — Пошгайская, 21 — Куонамская, 22 — Оленская, 23 — Нижнетунгуская, 24 — Верхневилуйская

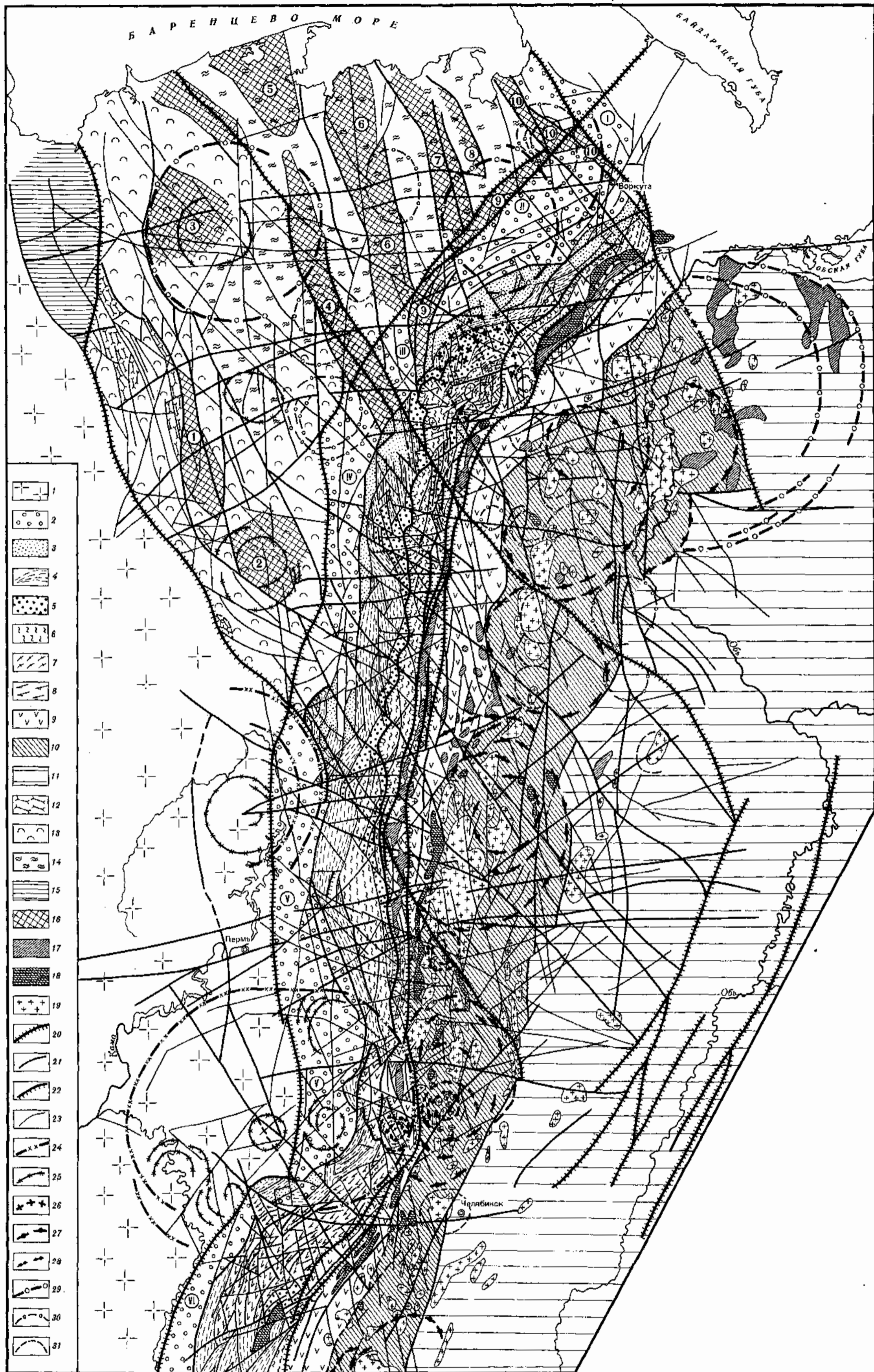


Рис. 86. Тектоническая схема Урала. Составлена с использованием результатов дешифрирования телевизионных космических снимков

1 — кристаллический фундамент Русской плиты; 2 — Предуральский краевой прогиб, расчлененный поперечными поднятиями на ряд изолированных впадин (I — Короталинская, II — Косью-Роговская, III — Большесытинская, IV — Верхнепечорская, V — Юрюзано-Солдкамская, VI — Бельская); 3—5 — структурные комплексы Западно-Уральской многоосевно-складчатой зоны складчатости: 3 — верхний терригенный каменноугольный, 4 — средний терригенно-карбонатный девонско-каменноугольный, 5 — нижний, преимущественно карбонатный, ордовикско-силурийский; 6 — метаморфические комплексы протерозоя — кембрия Центрально-Уральской антиклинальной зоны; 7 — архейско-раннепротерозойские комплексы Хобейского массива Лялинского антиклинория и Уфалейского купола; 8 — позднекембрийские метаморфические комплексы Бишкирского антиклинория; 9 — палеозойские вулканогенно-осадочные толщи Тагильно-Магнитогорского прогиба; 10 — палеозойские вулканогенно-осадочные и докембрийские метаморфические комплексы Восточно-Уральского поднятия; 11 — область развития структурно-формационных комплексов Восточно-Уральского прогиба и Зауральского поднятия; 12 — выход на дневную поверхность байкальской котловинной области; 13 — нижний палеозойский терригенно-карбонатный комплекс Большеземельской койлогенной области; 14 — верхний мезозойско-кайнозойский, преимущественно терригенный комплекс Большеземельской койлогенной области; 15 — Сафоновский прогиб, соответствующий выступу фундамента (I — Ижемское, 2 — Омра-Сояинское, 3 — Тобышское, 4 — Печоро-Колвинский мегавал, 5 — южное окончание Малоземельского свода, 6 — Колвинский мегавал, 7 — Верхнеколвинский мегавал, 8 — Варандейский вал, 9 — поднятие гряды Чернышова, 10 — поднятие Чернова); 17—19 — массивы магматических пород: 17 — габброиды, 18 — гипербазиты и другие основные и ультраосновные комплексы зоны Главного Уральского разлома и Тагильно-Магнитогорского прогиба, 19 — граниты, плагиограниты, графодиориты; 20—23 — крупнейшие линейные разломы: 20 — I порядка, 21 — II порядка, 22 — Главный Западно-Уральский надвиг, 23 — прочие; 24—31 — крупнейшие кольцевые разломы: 24 — ограничивающие овалы типа гнейсовых овалов в фундаменте Русской плиты, 25 — связанные с выступами фундамента Русской плиты, 26 — ограничивающие Лялинскую структуру — срединный массив, 27 — областей гранитизации Восточно-Уральского поднятия, 28 — ограничивающие гнейсово-магматитовые купола, 29 — неясного генезиса, очевидно, связанные с крупными древними блоками фундамента, 30 — II порядка, неясного генезиса, 31 — связанные с внедрением интрузивных массивов



Рис. 80. Схема основных линейментов и структур центрального типа Русской плиты. Составлена с использованием материалов В. П. Кирыкова и С. Н. Тихомирова

1 — линейменты, отдешифрированные на космических снимках; 2 — кольцевые разломы, ограничивающие структуры центрального типа; 3 — архейские массивы кристаллического фундамента; 4 — архейско-протерозойские складчатые системы кристаллического фундамента; 5 — крупные массивы гранитоидов в фундаменте; 6 — изогипсы поверхности фундамента (в км); 7 — основные разломы на поверхности фундамента; 8 — контуры Русской плиты.

Цифрами на схеме обозначены: структуры центрального типа: 1 — Прибалтийская, II — Новгородская, III — Тверская, IV — Белозерская, V — Вологодская, VI — Онежская, VII — Котлянская, VIII — Вильюсская, IX — Западно-Белорусская, X — Могилевская, XI — Гомельская, XII — Припятская, XIII — Волянская, XIV — Подольская, XV — Ворошиловградская, XVI — Тамбовская, XVII — Медведицкая, XVIII — Орлово-Липецкая, XIX — Курская, XX — Ердиево-Лужская, XXI — Горьковская, XXII — Ковернинская, XXIII — Вятско-Сыктывкарская, XXIV — Ветлужская, XXV — Уфимская; архейские массивы: 1 — Беломорский, 2 — Вычегодский, 3 — Вятский, 4 — Камский, 5 — Пермский, 6 — Горьковский, 7 — Волго-Уральский, 8 — Новгородский, 9 — Вышневолоцкий, 10 — Даугавпилсский, 11 — Западно-Литовский, 12 — Минский, 13 — Бобруйский, 14 — Черкасский, 15 — Приднепровский, 16 — Воронежский, 17 — Приазовский, 18 — Подольский