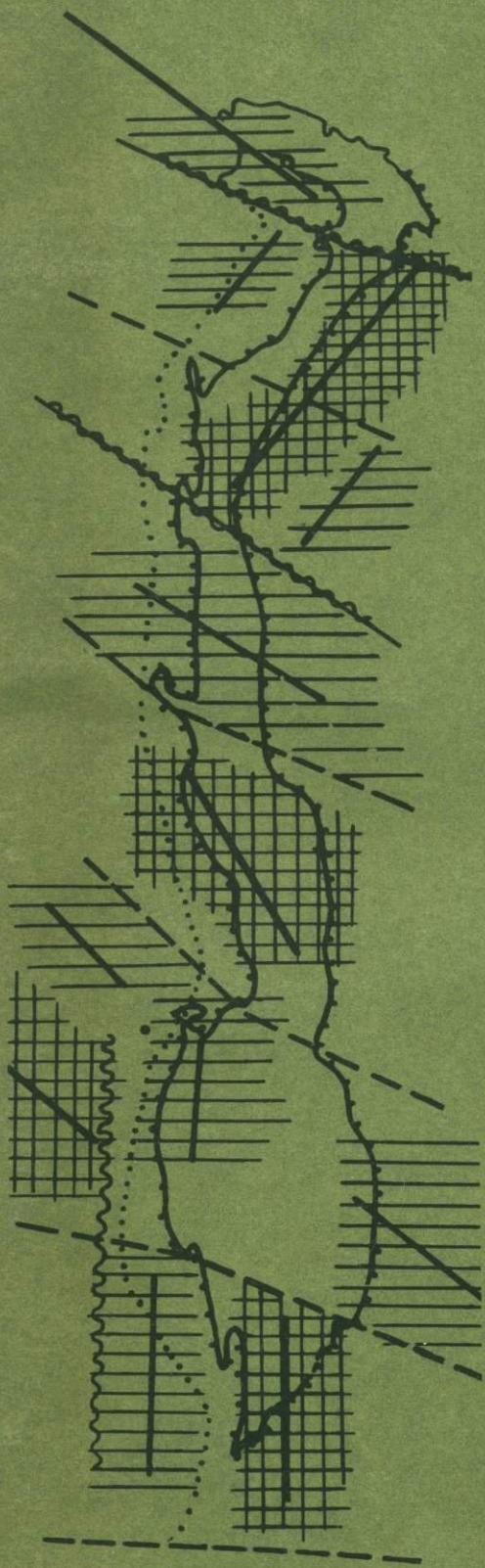


И. С. ОГАРИНОВ

ГЛУБИННОЕ
СТРОЕНИЕ
УРАЛА



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
БАШКИРСКИЙ ФИЛИАЛ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

И. С. ОГАРИНОВ

ГЛУБИННОЕ
СТРОЕНИЕ
УРАЛА



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»
Москва
1974



Огаринов И.С. Глубинное строение Урала.

М., "Наука", 1974.

В работе на основе анализа и интерпретации результатов геолого-геофизических исследований рассматривается один из вариантов строения поверхности Мохоровичича Урала и сопредельных территорий.

Обосновывается глыбово-блоковое строение и наличие "корней гор" для Уральской складчатой области. Выделены секущие Урал корреляционные геотектонические зоны предполагаемых глубинных разломов, рассмотрены закономерности их размещения и влияние на развитие Уральской геосинклинальной системы. Обоснован вариант места заложения сверхглубокой скважины на Урале.

Илл. 21. Библ. 135 назв.

Ответственный редактор

К.В. Боголепов

*Посвящаю заслуженному врачу
Башкирской АССР
Розе Салихьяновне Аксеновой,
спасшей мне жизнь*

ВВЕДЕНИЕ

Предварительные замечания

С развитием геологической науки все большее значение приобретает сравнительное изучение состава и строения глубинных слоев земной коры и верхней мантии в различных тектонических областях: в древних и молодых платформах, в разновозрастных складчатых сооружениях, в зонах перехода от континентов к океанам. Выяснение глубинного строения земной коры и ее соотношения с верхней мантией необходимо для создания общей теории образования и развития литосферы и ее основных структурных элементов. Столь же необходимым оно является для выявления закономерностей размещения полезных ископаемых в структуре земной коры и для разработки конкретных рекомендаций поисков скрытых и глубокозалегающих месторождений.

Одним из объектов, весьма благоприятных для решения ряда теоретических и практических задач, является Уральская складчатая область. Представленная тремя четко выраженными и в геологическом отношении сравнительно хорошо изученными тектоническими зонами — эвгеосинклинальной зоной восточного склона Урала, миогеосинклинальной зоной осевой полосы и западного склона и системой Предуральских краевых и периклинальных прогибов (рис. 1), Уральская область может служить эталоном для изучения герцинских складчатых сооружений Евразии. Вместе с тем ее положение между древней Русской платформой и огромной Западно-Сибирской эпипалеозойской плитой позволяет рассмотреть многие существенные вопросы соотношения глубинного строения важнейших и (в данном случае) тектонотипических структурных элементов земной коры и характера их сочленения.

Известно, что основными методами, позволяющими получить наиболее объективные сведения о строении глубоких слоев земной коры, в настоящее время являются геофизические методы (сейсмометрия, гравиметрия, магнитометрия, электрометрия и геотермия). Из них метод глубинного сейсмического зондирования является опорным и наиболее эффективным, но в то же время наиболее трудоемким и дорогостоящим. В последние годы при изучении строения земной коры все больше и больше используются данные гравиметрических исследований. Применение гравиметрии основано на существующей зависимости между толщиной земной коры и региональными аномалиями силы тяжести. Возможность существования такой зависимости вытекает из предположения о наличии довольно значительной разницы в плотности вещества коры и подкорового субстрата ($0,4 \text{ г/см}^3$). Правда, успешное использование гравиметрического метода возможно лишь при наличии опорного разреза земной коры региона, полученного по данным ГСЗ.

Представление о глубинном строении Урала

Глубинное строение Урала и сопредельных территорий изучено слабо. Имеющиеся сведения о строении подошвы земной коры (поверхности Мохо) противоречивы.

Первый разрез земной коры Урала был составлен еще в 1936 г. Е.А. Коридалиным (1939, 1954) по данным изучения распространения колебаний упругих волн от промышленных взрывов в районе г. Коркино (около Челябинска). Наблюдения проводились на восьми временных сейсмостанциях, из ко-

торых шесть располагались к востоку от г. Коркино, вдоль линии железной дороги Челябинск — Курган — Петропавловск, и две — к западу от Коркина (ст. Дема, около Уфы, и г. Бугульма).

В результате этих наблюдений было прослежено пять групп продольных волн, соответствующих пяти слоям земной коры:

Гранитогнейсовый слой	$v_1 = 5,6$ км/сек	$h_1 = 9,9$ км
Промежуточный "	$v_2 = 6,0$ км/сек	$h_2 = 6,8$ км
Базальтовый "	$v_3 = 6,3$ км/сек	$h_3 = 12,3$ км
Габбровый "	$v_4 = 7,0$ км/сек	$h_4 = 9,0$ км
Подкорковый субстрат	$v_5 = 8,0$ км/сек	

В 1956–1959 гг. ВНИИ Геофизикой под руководством Ю.Н. Година (1957, 1958) выполнен значительный объем комплексных региональных геофизических исследований в пределах юго-восточных районов Русской платформы и зоны сочленения ее с Южным Уралом (рис. 2). Задачей этих исследований явилось изучение глубинного строения земной коры и верхней мантии и выявление общих закономерностей размещения платформенных поднятий и нефтяных месторождений. Комплекс этих исследований включал отработку опорных сейсмических профилей, охватывающих крупные и различные по строению области — Татарский и Оренбургский выступы, Верхнекамскую, Прикаспийскую впадины и Предуральский краевой прогиб, и проведение общих наземных и аэромагнитных съемок. Кроме того, в эти годы проводились и опытно-производственные работы по изучению глубинного строения земной коры на основе анализа специальных работ по регистрации местных землетрясений (Померанцева, 1961; Померанцева, Мозженко, 1963).

Методика изучения глубинного строения земной коры по опорным сейсмическим профилям заключалась в применении систем наблюдений, позволяющих проводить одновременно изучение строения всей толщи земной коры с детальными исследованиями рельефа поверхности кристаллического фундамента и покрывающих горизонтов в осадочной толще. В итоге было выявлено здесь более 10 групп волн, включающих: а) волны, соответствующие горизонтам в толще осадочных пород палеозоя и мезозоя и прослеживающиеся в интервале 20–100 км в области первых вступлений; б) волны от поверхности кристаллического фундамента, прослеживающиеся в первых вступлениях на расстояниях 95–155 км; в) волны, образовавшиеся на границах, близких к поверхности базальтового и подкорового слоев, прослеживающиеся в первых вступлениях на расстояниях 115–175, 115–210 и 145–240 км (при оптимальном расстоянии между сейсмографами 100 м).

В результате были составлены геолого-геофизические разрезы по профилям. Установлено, что нижележащие границы повторяют в общих чертах поведение кровли гранитного слоя, при этом с глубиной намечается существенное выполаживание их. Выяснено, что ряд нарушений поверхности Мохо совпадает с нарушениями сплошности пород кристаллического фундамента. Так, разломы, выделенные в пределах Большекинешельских дислокаций, в зоне сочленения юго-восточной окраины Русской платформы с Предуральским прогибом и Прикаспийской впадиной, прослеживаются на всю мощность земной коры от ее кровли до поверхности Мохо.

Работы по исследованию современной сейсмичности юго-востока Русской платформы проводились вдоль меридионального опорного регионального профиля КМПВ и ГСЗ и на перпендикулярных к профилю расщелках (Померанцева, 1961; Померанцева, Мозженко, 1963). Установлены существенные черты современной тектонической активности региона. Выяснено наличие пяти сейсмических зон, к которым приурочены эпицентры местных землетрясений: 1) район южной вершины Татарского выступа; 2) юго-восточный склон Жигулевско-Пугачевского выступа; 3) Предуральский прогиб и западная часть складчатого Урала; 4) зона сочленения юго-востока Русской платформы с Прикаспийской впадиной; 5) район Жигулевских дислокаций. Очаги землетрясений главным образом приурочены к зонам тектонических швов и расколов. Для

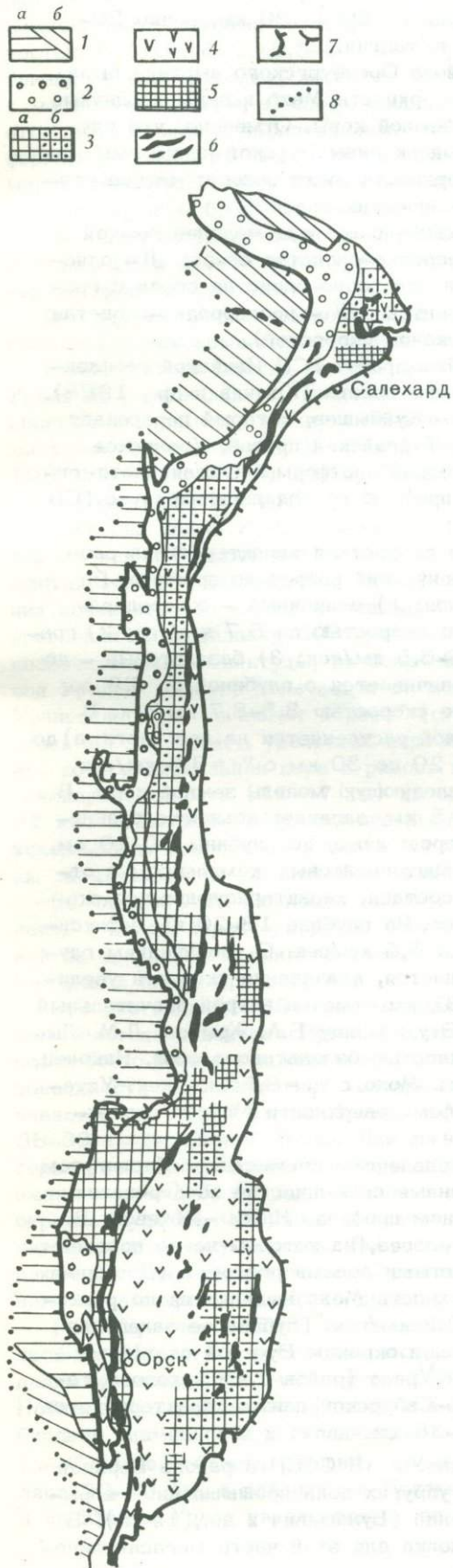


Рис. 1. Тектоническая схема Урала, по Н.П. Хераскову (1967) и А.А. Пронину (1965)

1 - краевые (а) и периклинальные (б) прогибы; 2 - миогеосинклинальные образования палеозоя; 3 - миогеосинклинальные (а) и эвгеосинклинальные (б) образования доуралид; 4 - эвгеосинклинальная зона восточного склона; 5 - зона выходов архейских и раннепротерозойских образований; 6 - интрузии гипербазитов; 7 - границы Уральской складчатой области; 8 - западная граница Предуральского прогиба

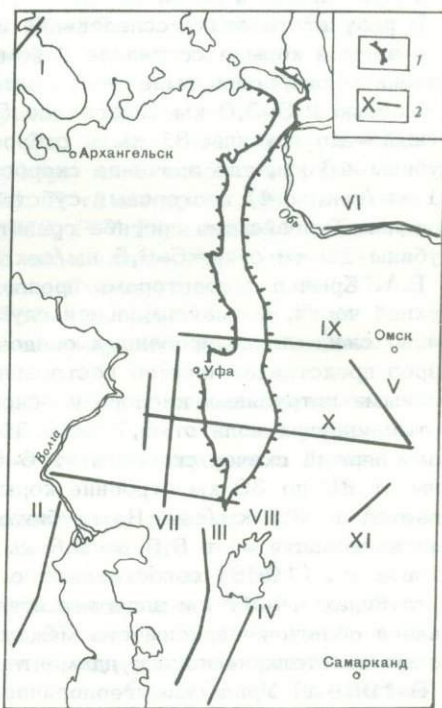


Рис. 2. Схема расположения профилей ГСЗ

1 - границы Уральской складчатой области; 2 - профили ГСЗ: I - Баренцево море - Ловно, II - Волгоград - Нахичевань, III - разрез по линии Южно-Эмбенская моноклиналь - Большой Балхан, IV - Копетдаг - Аральское море, V - Темиртау - Петропавловск, VI - Ханты-Мансийск - Енисейск, VII - Сарапул - Сагиз, VIII - Челябинск - Волгоград, IX - Ижевск - Ишим, X - Темиртау - Куйбышев, XI - Джезказганский

зон 1, 2 и 5 они заключены в коре (глубина от 20 до 30 км, редко 50–80 км); в зонах 3 и 4 возможны очаги и в мантии.

В результате этих исследований для района Оренбургского выступа была составлена схематическая карта рельефа поверхности Мохо и даны различные варианты строения кристаллической толщи земной коры. Отмечено, что глубина поверхности Мохо в пределах восточной окраины Русской платформы изменяется от 35 до 42 км. Положение поверхности Мохо находит четкое отображение в характере строения аномалий физических полей.

И.В. Померанцева и А.Н. Мозженко рассматривают ряд моделей земной коры. Основными из них являются: I – однородно-слоистая среда; II – однородно-слоистая среда с волноводами, III – неоднородно-слоистая среда с границами раздела второго рода (скачок градиентов), IV – неоднородно-слоистая среда с границами раздела первого рода (скачок скоростей).

В 1959–1963 гг. выполнен большой объем работ ГСП Илийской геофизической экспедицией Казахского геофизического треста (Хрычев и др., 1968). Исследования велись по профилю Темиртау – Куйбышев, который пересекает Северо-Казахстанскую складчатую область, Тургайский прогиб, Уральское горное сооружение и восточную окраину Русской платформы. Общая протяженность профиля около 1500 км. Работы по профилю проводились наряду с ГСП методами КМПВ и МОВ.

В результате этих исследований изучена скоростная характеристика разреза земной коры и составлен сейсмогеологический разрез по профилю. По значениям скоростей выделяются четыре слоя: 1) осадочный – со средней мощностью 2,5–3,0 км (иногда до 5 км) и скоростью до 5,7 км/сек; 2) гранитный – до глубины 31 км и скоростью 6–6,5 км/сек; 3) базальтовый – до глубины 46 км, где значение скорости увеличивается с глубиной от 6,9 до 7,1 км/сек, и 4) подкорковый субстрат – со скоростью 8,5–8,7 км/сек. В пределах Тургайского прогиба гранитный слой расчленяется на две части: а) до глубины 20 км с $v_T = 6–6,5$ км/сек, б) от 20 до 30 км с $v_T = 6,5$ км/сек.

Б.А. Хрычев с соавторами предлагают следующую модель земной коры. В верхней части, до максимальной глубины 5,5 км, залегает комплекс сравнительно слабо дислоцированных осадочных пород; ниже, до глубины 10–20 км, разрез представлен сложно построенным гранитогнейсовым комплексом с отдельными интрузиями кислого и основного состава, характеризующимися скоростью упругих волн от 5,7 до 6,35 км/сек. На глубине 18–20 км зафиксирован первый скачок скорости от 6–6,35 до 6,5 км/сек. С увеличением глубины от 20 до 30 км строение коры упрощается, а значение скорости увеличивается до 6,5 км/сек. На глубинах 28–31 км отмечен второй значительный скачок скорости – от 6,5 до 6,9 км/сек. Эту границу Б.А. Хрычев, Л.М. Лысяков и др. (1968) сопоставляют с поверхностью базальтового слоя. Наконец, на глубинах 44–47 км залегает поверхность Мохо с $v_T = 8,55$ км/сек. Установлена обратная зависимость между рельефом поверхности Мохо и поверхностью кристаллического фундамента.

В 1959 г. Уральским геологическим управлением совместно с Институтом геофизики Уф АН СССР были начаты глубинные сейсмические зондирования на проходящем южнее г. Свердловска широтном профиле Ишим – Ижевск. В результате составлен сейсмогеологический разрез, на котором четко прослеживается поверхность Мохо, нарушенная частыми зонами разломов (Дружинин и др., 1968; Халевин и др., 1968). Поверхность Мохо выделяется по резкому изменению граничной скорости до 8,1–8,2 км/сек. Глубина ее залегания колеблется от 39–41 км в пределах восточной окраины Русской платформы до 45–47 км в центральной (осевой) части Урала (район Тагильского мегасинклинория). Зона, примыкающая к Западно-Сибирской плите, характеризуется глубинами залегания поверхности Мохо 37–38 км.

В 1960–1961 гг. Институтом геофизики Уф АН СССР в районе Верхней Туры проведены исследования по изучению упругих волн промышленных взрывов и обменных волн удаленных землетрясений (Булашевич и др., 1965). В результате составлена вероятная схема-колонка для этой части мегасинклинория.

рия. В ее пределах мощность гранитного слоя оценивается в 8–11 км. Он сложен тремя толщами: а) эффузивно-осадочными породами девона-силура мощностью 2–4 км, с $v_r = 5,5-5,8$ км/сек; б) образованиями, имеющими состав, близкий к первой толще, но более метаморфизованными, с $v_r = 5,9-6,1$ км/сек и мощностью 2–3 км; в) слоем мощностью 4–5 км, со скоростью 6,0–6,4 км/сек, отождествляемым с образованиями докембрийского фундамента Русской платформы. На глубинах 8–11 км выделяется отражающая граница, сопоставляемая с поверхностью первого "базальтового" слоя. Мощность его 5–6 км, а граничная скорость 6,5–7 км/сек. Далее выделяются второй и третий "базальтовые" слои соответственно с $v_r = 7,1-7,5$ км/сек, 7,5–7,8 км/сек и мощностями 10 и 15 км. Между первым и вторым "базальтовыми" слоями проведена граница Конрада.

Все рассмотренные региональные сейсморазведочные работы (КМПВ и ГСЗ) сопровождались комплексом других геофизических исследований.

Помимо этого многие авторы проводили изучение строения земной коры Урала по региональным аномалиям гравитационного поля, используя корреляционные зависимости между значениями различных составляющих аномалий силы тяжести и глубинами залегания поверхности Мохо (Деменицкая, 1961, 1967; Фотиади, 1958, 1965; Борисов, 1964, 1967; Каратаев, 1960; Николаевский, 1964; и др.).

Согласно схеме Р.М. Деменицкой (1961), мощность земной коры Урала, так же как и Русской платформы, составляет 30–36 км. В работе "Кора и мантия земли" (Деменицкая, 1967) она пишет: "Уральские горные сооружения почти не отображены в толщине коры. Более того, в меридиональном направлении по меридиану 60° протягивается узкое поднятие мантии, правда незначительной амплитуды, не более 2–4 км. Это значит, что мощность коры под Уралом немного отличается от мощности коры на Русской платформе и Уральские горы не имеют корней" (стр. 129). В то же время, рассматривая здесь же результаты уральских пересечений ГСЗ, Р.М. Деменицкая отмечает, что консолидированная кора в районе горного складчатого Урала имеет увеличенную мощность (44–47 км) по сравнению с Русской платформой (37–42 км) и Западно-Сибирской низменностью (35–40 км). В целом Урал, за исключением его северной части, на обновленном варианте карты толщины коры оконтуривается изолинией 40 км.

По данным А.А. Борисова (1964, 1967), Уральская геосинклиальная область в целом характеризуется толщиной коры 40–45 км и более, увеличенной по сравнению с прилегающими участками Русской платформы и Западно-Сибирской плиты (рис. 3, А).

Э.Э. Фотиади (1965), рассматривая строение коры районов Сибири, Дальнего Востока и востока Русской платформы, отмечает, что в строении поверхности Мохо Урала и прилегающих регионов наблюдаются некоторые элементы зональности в направлении с севера на юг. Мощность коры ступенчато увеличивается от 34–35 км на Полярном Урале до 37 км на Среднем Урале и до 38–39 км на Южном Урале. Для южной части Предуралья характерна увеличенная мощность коры до 40 км и более (рис. 3, В). По соотношению слоев Э.Э. Фотиади выделяет ряд подтипов земной коры. Восточная окраина Русской платформы и северная часть Западно-Сибирской плиты относятся им к одному подтипу. Повышенная "базификация" по Э.Э. Фотиади, характерная для этого подтипа, обусловлена широким развитием фаций глубинного метаморфизма наиболее древних комплексов фундамента.

Г.И. Каратаев (1960) анализировал строение земной коры Западно-Сибирской низменности и восточной части Урала по зональным аномалиям. По его данным, поверхность Мохо погружается в направлении с севера на юг (рис. 3, Г). Наблюдаются увеличения мощности земной коры при переходе от Западно-Сибирской низменности к складчатым сооружениям Северного Казахстана и Алтае-Саянской области. Мощность коры на Северном и Среднем Урале составляет 32–33 км, в районах же Полярного Урала она уменьшается до 30–32 км, а на Южном Урале увеличивается до 35–38 км. Исходя из идентичности строе-

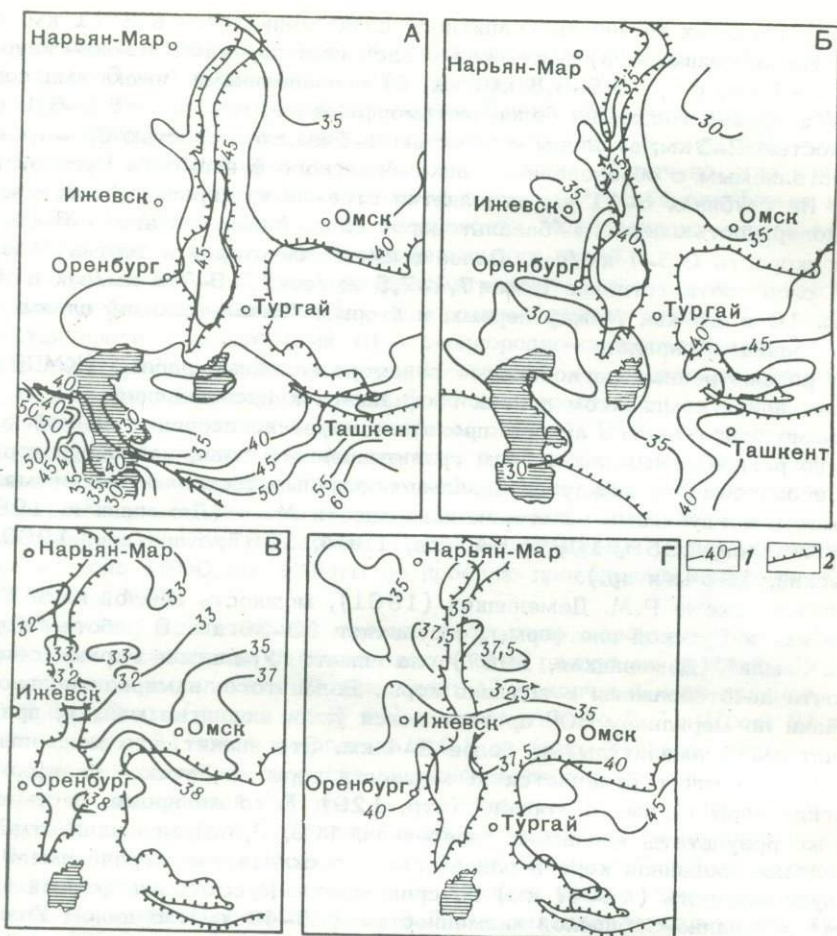


Рис. 3. Схематические карты строения земной коры Урала и сопредельных регионов, по А.А. Борисову (А), А.А. Николаевскому (Б), Г.И. Каратаеву (В), Э.Э. Фотиади (Г)

1 - изогипсы поверхности Мохо (в км); 2 - границы складчатых сооружений

ния коры Западно-Сибирской низменности и Русской платформы, Г.И. Каратаев приходит к выводу о ее относительной древности и в районе низменности.

По представлениям А.А. Николаевского (1964), изучавшего глубины залегания поверхности Мохо по корреляционным зависимостям осредненных разностных аномалий силы тяжести от мощности земной коры (разностные аномалии вычислялись путем вычитания гравитационного влияния структуры осадочной толщи из величины региональных аномалий силы тяжести), мощность коры на Южном Урале более 35–40 км, на Среднем и Полярном – 30–35 км (рис. 3, Б). Он отмечает, что Предуральский краевой прогиб характеризуется выступами поверхности Мохо и сокращенной мощностью гранитного слоя при резком возрастании роли осадочного чехла. В пределах Центрального Казахстана А.А. Николаевский оценивает мощность коры в 45 км, а в Западно-Сибирской низменности – от 30 км на севере до 40 км в южной части.

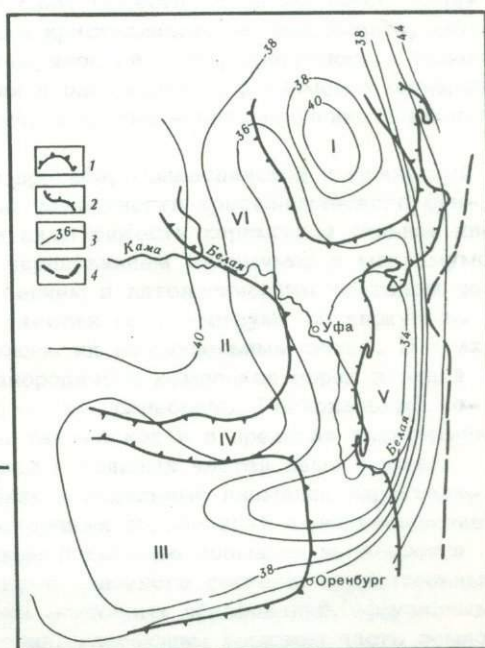
В 1968 г. А.Я. Ярошем и Г.Г. Кассиным составлена схема рельефа поверхности Мохо для юго-восточной части Русской платформы и миогеосинклинальной зоны Южного Урала (рис. 4). На схеме глубины залегания этой поверхности изменяются от 34 до 40–41 км. При этом для районов Татарского и Башкирского выступов докембрийского фундамента характерно утолщение

коры (40–41 км), тогда как Оренбургский выступ, Предуральский прогиб и Западно-Уральская впадина (миогеосинклиальная зона складчатого Урала) объединены в одну зону с утоненной корой (до 34 км).

Анализ различных схем показывает, что между ними есть как сходство, так и принципиальные различия. В пределах Западно-Сибирской плиты на большинстве схем отмечается уменьшение мощности коры в направлении с юга на север. Для Казахстана характерна увеличенная толщина коры (39–45 км), а для восточной окраины Русской платформы – уменьшение мощности ее до 35 км. Различия в схемах в основном относятся к Уральской складчатой области. На одних схемах (А.А. Борисов) Урал характеризуется наличием единого "корня гор" с четко выраженным уральским простиранием, на других (Р.М. Деменицкая), наоборот, – отсутствием "корня гор". На третьих схемах (Г.И. Каратаев, Э.Э. Фотиади) для Уральской геосинклинали также не характерно увеличение мощности коры. В строении ее предполагаются элементы широтной зональности с уменьшением мощности с севера на юг. Предуральский предгорный прогиб на схеме А.А. Николаевского выделяется некоторым уменьшением мощности земной коры, а по данным Э.Э. Фотиади, наоборот, увеличением ее. Р.М. Деменицкая хотя в последнем варианте карты и оконтуривает Урал по поверхности Мохо изолинией 40 км, но продолжает считать, что "Уральские горы не имеют корней". На схеме А.Я. Яроша единой зоной утонения коры охвачены совершенно различные по строению и истории геологического развития крупные структурно-фациальные области, такие, как Бирская седловина, Оренбургский выступ, выделенные в пределах юго-восточной части Русской платформы, Предуральский краевой прогиб и миогеосинклиальная зона складчатого Урала.

Совместный анализ этих схем и сопоставление их с результатами ГСЗ, выполненных в последние годы, также указывают на значительные принципиальные расхождения. Они связаны, видимо, во-первых, с недостаточной представительностью имевшегося в те годы геофизического материала. Во-вторых, при вычислении глубины залегания поверхности Мохо исследователи пользовались либо слишком общими корреляционными зависимостями между региональными аномалиями гравитационного поля и толщиной коры, составленными для огромных территорий, либо корреляционные зависимости, выявленные по небольшому

Рис. 4. Схематическая карта рельефа поверхности Мохо, по А.Я. Ярошу
 I – контуры структурных элементов первого порядка; выступы: I – Башкирский, II – Татарский, III – Оренбургский; впадины: IV – Абдуллино-Серноводская, V – Западно-Уральская, VI – Верхнекамская; 2 – западная граница складчатого Урала; 3 – изогипсы поверхности Мохо (в км); 4 – зона Центрально-Уральского глубинного разлома



региону, использовались для изучения строения земной коры больших территорий. В том и другом случае не учитывались физико-геологические особенности строения коры, присущие различным регионам и отражающиеся в характере региональных аномалий поля силы тяжести. Так, например, А.Я. Ярошем была составлена единая зависимость $H=f(\Delta g)$ для столь различных по строению и развитию районов, как восточная часть Русской платформы и область складчатого Урала. В результате для одной и той же региональной аномалии (например, Оренбургской) им получена как линейная прямая (меридиональное сечение), так и линейная обратная (широтное сечение) связи между аномалиями Буге и толщиной коры. К тому же при составлении этих зависимостей он пользовался неувязанными между собой сейсмогеологическими разрезами и применял без должной критической оценки данные ГСЗ.

В 1964-1965 гг. И.С. Огаринным (1968 а,б) на основе анализа комплекса новейших геолого-геофизических данных (гравиметрических, магнитных, сейсмических, геологических) составлен один из возможных вариантов строения поверхности Мохо Урала и сопредельных территорий. В результате установлены: глыбово-блоковое строение и наличие "корней гор" для Уральской складчатой области и секущие Урал зоны предполагаемых глубинных разломов.

Ниже рассматривается один из вариантов строения поверхности Мохо Урала и сопредельных территорий.



ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ АНОМАЛИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ УРАЛА И ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИСТОЛКОВАНИЯ АНОМАЛИЙ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ

В пределах Урала и сопредельных территорий основными причинами возмущений, суммарное воздействие которых отражает наблюдаемое поле силы тяжести, являются: а) неоднородности литологического состава и структуры пород осадочной толщи; б) неоднородность петрографического состава пород кристаллического фундамента и изменения рельефа его поверхности; в) неоднородность внутреннего строения и соотношения мощностей гранитного и базальтового слоев; г) изменение рельефа поверхности Мохоровичича и д) внутренняя неоднородность верхней мантии.

Первая группа (а, б) аномалиеобразующих факторов сосредоточена в осадочном покрове и верхней части "гранитного слоя" (гранитогайсового фундамента), вторая группа (в-д) определяется особенностями глубинного строения земной коры.

Выделенные группы находятся между собой в различных соотношениях в зависимости от характера неоднородности строения земной коры и глубины залегания возмущающих масс. Следовательно, один и тот же объект может оказать различное влияние на характер распределения аномалий поля силы тяжести. При одних соотношениях распределения в пространстве влияние одного из выделенных объектов может быть определяющим, а при других соотношениях — полностью выравненным.

Так, в пределах восточной окраины Русской платформы и западной части Западно-Сибирской плиты (Архангельский, Михайлов и др., 1937; Годин, 1957; Огаинов, 1957) локальным влиянием осадочного покрова можно пренебречь; основными возмущающими массами поля силы тяжести здесь являются петрографическая неоднородность верхней части кристаллического фундамента, внутреннее строение и изменение рельефа поверхностей Мохо, гранитного и базальтового слоев. При этом петрографическая неоднородность фундамента определяет характер строения локальных аномалий, а другие — распределение региональных его составляющих.

В пределах Предуральского краевого прогиба, Прикаспийской и Печорской впадин — в области глубокого погружения поверхности кристаллического фундамента — для локальных аномалий поля силы тяжести характерна сильная дифференцированность, выраженная частым чередованием минимумов и максимумов. Определяются они главным образом строением и литологическим составом пород осадочного чехла. Минимумы силы тяжести соответствуют солянокупольным структурам, максимумы — разделяющим их межкупольным зонам. В этих регионах влияние петрографической неоднородности комплекса пород верхней части фундамента затушевывается и им можно пренебречь. Региональные составляющие гравитационного поля здесь, так же как и в пределах платформенной части, обусловлены влиянием строения глубинных частей земной коры.

В пределах Уральской складчатой области локальные аномалии характеризуют строение и состав вулканогенно-осадочных образований и распределение магматических комплексов. Положительные локальные аномалии вызываются эффузивными и интрузивными образованиями основного состава; отрицательные локальные аномалии отвечают комплексам осадочных образований, эффузивным и интрузивным комплексам кислого состава, слагающим верхнюю часть земной

коры (до 5–10 км). Характерной особенностью наблюдаемых аномалий поля силы тяжести Уральской складчатой области является линейно-полосовой характер их строения, чередование зон повышенных и пониженных значений силы тяжести меридионального направления, что обусловлено тектонической особенностью распределения эффузивного и интрузивного магматизма.

Таким образом, геологическая природа локальных аномалий в пределах рассматриваемых регионов представляется довольно ясной. Природа же региональных аномалий истолковывается по-разному. Одни исследователи (Деменичкая, 1961; Андреев, 1958; и др.) объясняют характер региональных аномалий в основном различной толщиной сиалического слоя и особенностями строения гранитного и базальтового слоев. Другие (Борисов, 1958; Фотиади, 1955; Субботин, 1955) считают, что гравитационное поле (его региональные составляющие) прежде всего тесно связано с геотектоническим режимом. Непосредственной причиной изменения последнего в свою очередь является изменение режима подкоровых частей субстрата (сжатие и расширение вещества), связанное с переходом его из одного физического состояния в другое. Так, Э.Э.Фотиади считает, что при сжатии уплотнение вещества вызывает его погружение и увеличение значений поля силы тяжести. Наоборот, в условиях растяжения осуществляется подъем подкорового субстрата и уменьшение напряженности поля силы тяжести.

Однако такое допущение, видимо, может быть наиболее справедливо или при истолковании природы аномалий Буге молодых геосинклинальных областей и поясов тектонической активизации, или же для остаточных региональных аномалий, полученных после исключения из наблюдаемого поля силы тяжести влияния всех возможно гравитационно-активных границ раздела земной коры, включая и эффект от поверхности Мохо.

Так или иначе, при любой точке зрения на природу региональных аномалий поля силы тяжести ясно одно: что они обусловлены аномальными массами, залегающими в нижних частях сиалической оболочки земной коры и в верхней мантии, и что наблюдаемое поле силы тяжести представляет собой сумму наложенных многих частных полей, связанных с влиянием как поверхностных, так и глубоко залегающих аномалиеобразующих масс. Следовательно, при геологической интерпретации аномалий необходимо в первую очередь попытаться разделить наблюдаемое поле на ряд составляющих его полей и дать по возможности каждому из них соответствующую геологическую оценку.

Для выделения из наблюдаемого поля силы тяжести региональных составляющих нами проводилось сглаживание наблюдаемого поля путем площадного осреднения методом А.Н. Тихонова и Ю.Д. Буланже (1945). Осреднение поля проводилось круговой палеткой с радиусами 40–50 и 120–160 км.

Для того чтобы более правильно определить радиус осредняющей палетки и тем самым в общих чертах более надежно оценить глубинность и природу региональных аномалий, нами был проведен совместный анализ всего комплекса геолого-геофизических данных, и в первую очередь результатов ГСЗ и гравиметрии. С этой целью было проведено изучение спектров кривых Δg по наблюдаемым и теоретическим значениям вдоль профилей ГСЗ Караганда – Куйбышев, Сарапул – Сагиз и Ишим – Ижевск. Теоретические кривые Δg были определены путем решения прямой задачи для следующих границ раздела плотностей: а) между гранитным и осадочным слоями, находящейся, по данным ГСЗ, примерно на глубинах 6–12 км; б) между гранитным и базальтовым слоями, соответствующей границе Конрада и находящейся на глубинах порядка 15–20 км; в) между базальтовым слоем и подкоровым субстратом, т.е. на границе Мохо на глубинах 37–45 км.

Путем тщательного подбора, с учетом размеров структурных изменений этих поверхностей вдоль профилей, а также горизонтальных размеров аномалий теоретических кривых Δg , характеризующих эти границы, были определены величины радиусов осреднения гравитационного поля. Мы добивались, чтобы кривые осредненных значений Δg качественно совпадали с кривыми Δg , полученными от этих же границ раздела плотностей при решении прямой задачи гравиметрии, т.е. тщательно сравнивались частотные характеристики (периоды)

кривых наблюдаемых и теоретически вычисленных как между собой, так и с периодами сечения структурных поверхностей глубинных границ раздела плотностей.

При этом мы исходили из того, что если поверхность гранитного и базальтового слоев или рельеф границы Мохо вдоль профиля ГСЗ могут аппроксимироваться круговой гармонической функцией, то и аномалии Δg , обусловленные этими границами раздела, представляются той же гармонической функцией с той же частотой и фазой.

Изучение спектра кривых Δg по наблюдаемым теоретическим значениям (прямая задача), полученным по профилям ГСЗ от поверхности гранитного и базальтового слоев и границы подкорового субстрата, и сравнение их частотных характеристик (периодов) показывают, что граница раздела: осадочный покров — гранитный слой создает аномалии с периодами кривых 140–180 км, а границы раздела: гранитный слой — базальтовый слой и базальтовый слой — субстрат создают аномалии с периодами кривых соответственно 170–180 и 360–450 км. Анализ этих данных показал, что величины периодов кривых Δg от поверхностей гранитного и базальтового слоев почти одинаковы, что, видимо, указывает на одинаковые размеры структурных форм поверхностей этих слоев.

Выбор радиусов осреднения для изучения строения отдельных слоев земной коры проводился так, чтобы поперечные размеры сечения структурных форм по поверхности гранитного и базальтового слоев и границы Мохо по отработанным профилям ГСЗ были равны периодам кривых осредненных аномалий Δg вдоль этих профилей. Совместный анализ этих данных показал, что поперечные размеры аномалий осредненного поля Δg с радиусом осреднения 40–50 км соответствуют поперечным размерам структур по поверхности гранитного и базальтового слоев; периоды изменения кривых радиуса осреднения 120–160 км соответствуют периодам кривых сечения структурного рельефа поверхности Мохо. Это позволило нам использовать карты осредненных аномалий радиусом 120–160 км для изучения строения поверхности Мохо.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ АНОМАЛИЙ МАГНИТНОГО И ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЕЙ УРАЛА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

По характеру аномалий магнитного и гравитационного полей (рис. 5, 6) территория Урала и прилегающих к нему регионов подразделяется на три области — западную, центральную и восточную.

Для первой, западной области, охватывающей восточную окраину Русской платформы, характерно развитие в основном крупных аномальных зон северо-западного и широтного направлений в южной части и северо-северо-западного (Тиманского) — в северной. Таким образом, западная область в свою очередь подразделяется на два региона: северный — Тимано-Печорский — с характерными полосовыми зонами аномалий северо-северо-западного простирания и южный — с обширными аномалиями северо-западного, широтного, иногда северо-восточного направлений. Зоны аномалий здесь как бы опоясывают с юго-востока область Балтийского щита.

Складчатая система Урала, относящаяся к центральной области, отличается четко выраженными аномалиями меридионального (Уральского) простирания.

Третья, восточная область, включающая районы Казахской горной страны и Западно-Сибирской плиты, характеризуется своеобразными зонами аномалий, концентрически располагающимися вокруг Кокчетавского массива.

Исследованиями установлено (Андреев, 1938; Архангельский, Михайлов и др., 1937; Годин, 1958; Огарин, 1957, 1960; Фотиади, 1958; и др.), что в пределах восточной окраины Русской платформы выделенные зоны аномалий магнитного и гравитационного полей обусловлены в основном структурными осложнениями поверхности кристаллического фундамента (сводами, впадинами), а также неоднородными по плотности и магнитности комплексами пород, слагающими его верхнюю часть. В пределах Урала наблюдаемые аномалии главным об-

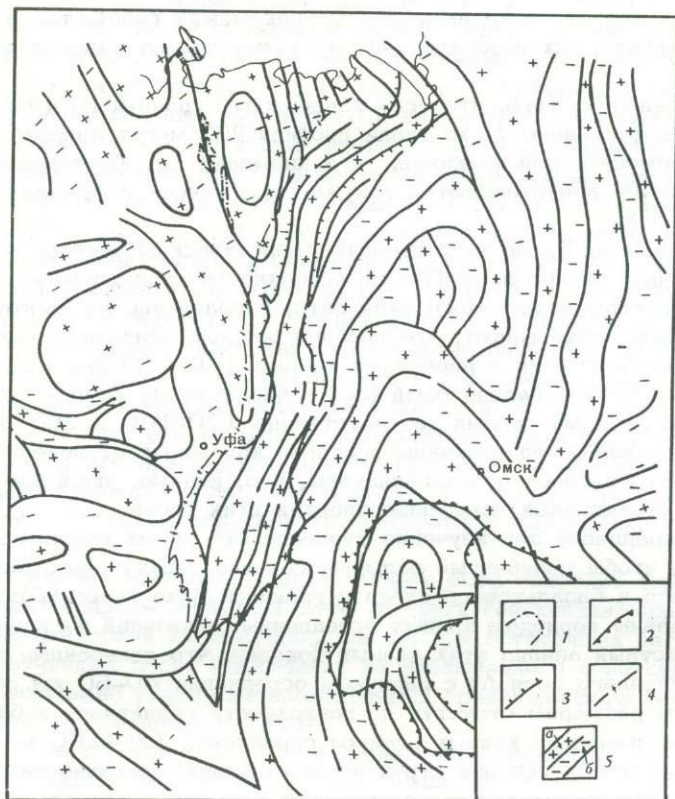


Рис. 5. Схема элементов простираения аномалий физических полей Урала и сопредельных территорий

Границы выходов на дневную поверхность складчатостей; 1 - байкальской, 2 - каледонской, 3 - герцинской; 4 - западная граница Предуральяского прогиба; 5 - элементы простираения зон: а - повышенных, б - пониженных значений аномалий

разом характеризуют строение меридионально вытянутых зон вулканогенно-осадочных и интрузивных образований палеозоя (Ананьев, Дорофеев, 1963; и др.). В области Западно-Сибирской плиты одним из основных аномалиеобразующих факторов являются петрографическая неоднородность крупных складчатых комплексов фундамента и особенности его строения (Сурков, 1963, 1967, 1968; и др.).

Зональные аномалии Урала и прилегающих к нему регионов этих полей выделялись путем площадного осреднения локальных аномалий при помощи круговой палетки радиусом 120-160 км и путем пересчета на различные уровни верхнего полупространства. В результате составлена схема элементов зональных аномалий магнитного и гравитационного полей (рис. 7).

При сопоставлении этой схемы с элементами простираения локальных аномалий магнитного и гравитационного полей (см. рис. 5, 6) видна существенная разница в характере их строения. Если на рис. 5, 6 по характеру строения аномалий и их простираению отчетливо выделяются три области - западная, центральная и восточная, то на рис. 7 эти три области не выражены и для зональных аномалий характерны в основном элементы северо-западного простираения.

Следовательно, единая складчатая система Урала, нашедшая четкое отображение на карте локальных аномалий в виде центральной области меридиональ-

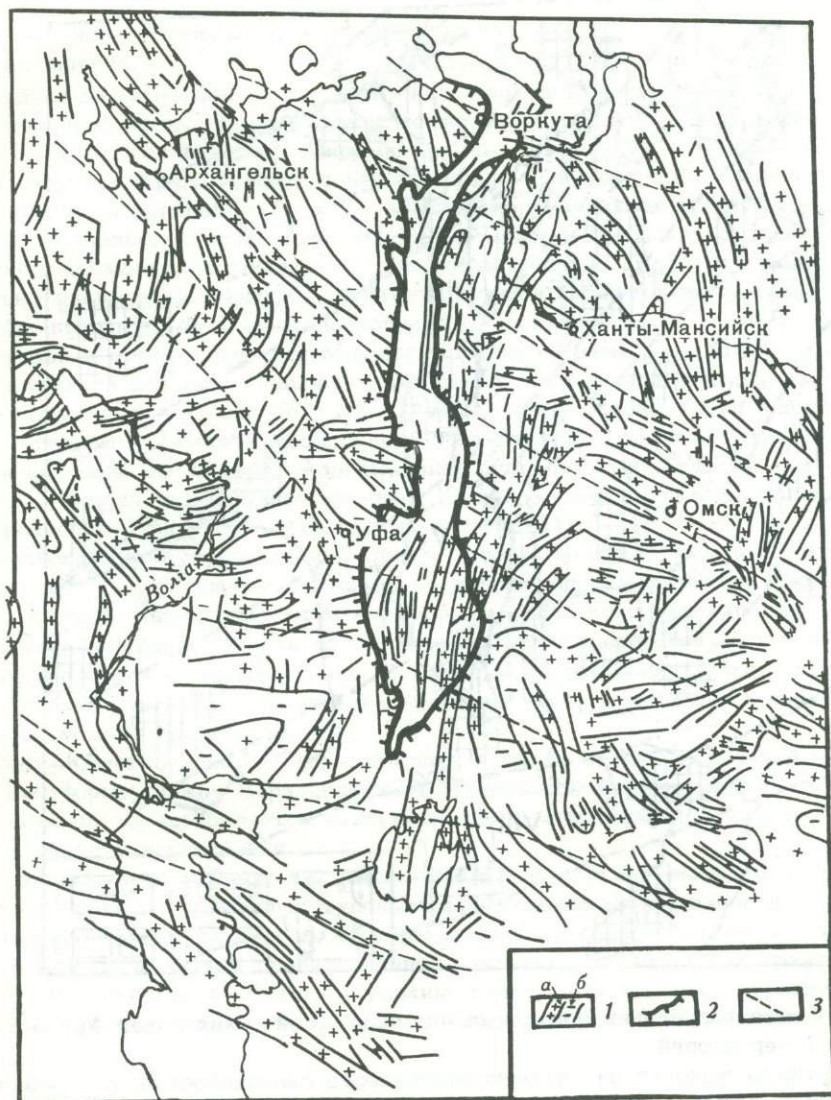


Рис. 6. Схема элементов простирающихся аномалий геомагнитного поля Урала и сопредельных территорий

1 - зоны магнитных аномалий: а - относительно повышенных, б - относительно пониженных значений ΔT_a ; 2 - границы Уральской складчатой области; 3 - корреляционные геотектонические зоны

ного направления, на схеме зональных аномалий не нашла отражения. Здесь по строению аномалий ясно обособляются одна от другой различные части Урала (Южный, Средний, Северный, Приполярный, Полярный). Это указывает на то, что зональные аномалии или характеризуют влияние структур, подстилающих вулканогенно-осадочный слой, имеющий в целом отличное от верхних слоев строение, или же они связаны с зональным распределением вулканогенно-осадочных образований и характеризуют изменение мощности, фациального состава, основности этих образований и степень их измененности. В том и другом случае зональные аномалии обусловлены особенностями строения глубинных слоев земной коры.

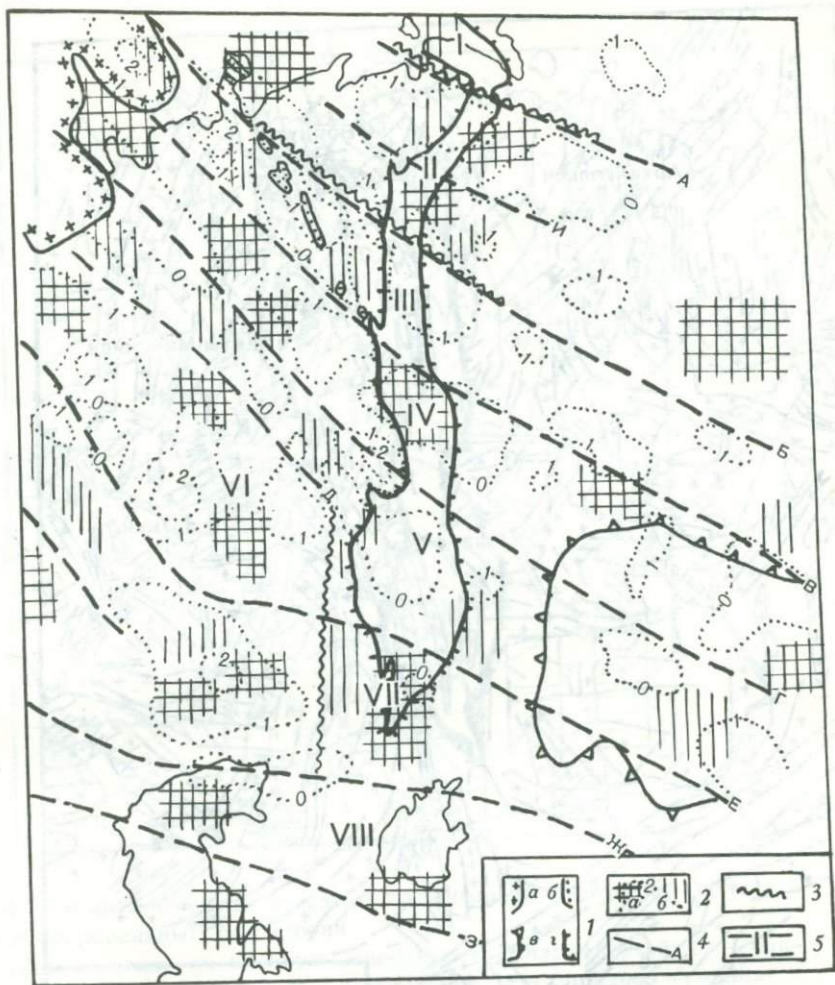


Рис. 7. Схема корреляции зональных аномалий физических полей Урала и сопредельных территорий

1 - границы выходов на дневную поверхность складчатостей: а - добайкальской, б - байкальской, в - каледонской, г - герцинской; 2 - зоны относительных максимумов (а) и минимумов (б) аномалий силы тяжести и изогаммы (в мэ); 3 - зоны сочленения аномалий разных простираний; 4 - корреляционные геотектонические зоны (предполагаемые глубинные разломы): А - Усть-Обская, Б - Печорская, В - Серовская, Г - Златоустовская, Д - Дюргюлинская, Е - Североприкаспийская, Ж - Южноприкаспийская, З - Мангышлакская, И - Березовская; 5 - тектонические пояса: I - Пай-Хойский, II - Печоро-Обский, III - Тимано-Тобольский, IV - Глазовско-Кокчетавский, V - Верхнекамско-Кустанайский, VI - Волго-Камский, VII - Прикаспийско-Мугоджарский, VIII - Северокаспийско-Аральский

В целом для региональных аномалий поля силы тяжести характерно зональное строение с хорошо выраженными северо-западными и субширотными простираниями. Выделяются с севера на юг следующие аномальные зоны (соответствующие тектоническим поясам): Пай-Хойская, Печоро-Обская, Тимано-Тобольская, Глазовско-Кокчетавская, Верхнекамско-Кустанайская, Волго-Камская, Прикаспийско-Мугоджарская и Северокаспийско-Аральская (см. рис. 7).

Первая с севера Пай-Хойская зона аномалий охватывает район Полярного Урала и прилегающий к нему Пай-Хойский антиклинорий и северную часть Западно-Сибирской плиты. В рамках рассматриваемой территории выделяется лишь

ожное окончание этой зоны, имеющей в целом, как и аномалии, северо-западное направление.

Следующая, наиболее четко прослеживающаяся Печоро-Обская зона охватывает северную часть Урала и прилегающие к ней области Западно-Сибирской плиты и Печорской впадины. Аномалии здесь, так же как и простирания складчатых структур Урала, имеют северо-восточное направление. Лишь в северо-западной части региона поле приобретает северо-западное простирание. В пределах зоны наиболее четко оконтуривается Северо-Уральская относительно повышенная аномалия, совпадающая с эвгеосинклиналью Урала, и Усинская относительно пониженная аномалия, соответствующая Воркутинскому звену краевого прогиба, перекрытому мезо-кайнозойскими отложениями.

Огромный по протяженности регион Среднего Урала пересекается двумя зонами аномалий северо-западного направления, прослеживающимися от Балтийского щита на северо-западе до Казахской горной страны на юго-востоке. При этом северная - Тимано-Тобольская - зона проявляется рядом пониженных, следующих одна за другой зональных аномалий, имеющих, так же как и зона в целом, северо-западное направление. Южная - Глазовско-Кокчетавская - зона характеризуется рядом повышенных аномалий.

Верхнекамско-Кустанайская и Прикаспийско-Мугоджарская зоны, имеющие в целом северо-западное и субширотное простирания, в пределах Южного Урала и Мугоджар характеризуются аномалиями уральского простирания. При этом миогеосинклинальная область отображается гравитационными минимумами, эвгеосинклинальная - максимумами. В пределах Русской платформы, Тургайского прогиба и Северного Казахстана аномалии вновь приобретают северо-западное или субширотное направление.

Волго-Камская зона, располагающаяся в пределах юго-восточной части Русской платформы между Верхнекамско-Кустанайской и Прикаспийско-Мугоджарской зонами, характеризуется относительными максимумами силы тяжести северо-западного простирания.

Для следующей - Северокаспийско-Аральской - зоны, имеющей субширотное простирание, характерно ступенчатое понижение напряженности поля в направлении с запада на восток. Отделяется она от северной Прикаспийско-Мугоджарской зоны четкой гравитационной ступенью, а в пределах границ Уральской геосинклинальной области - резким изменением характера гравитационного поля от достаточно возмущенных до спокойных аномалий нормального поля.

ЗАВИСИМОСТЬ ЗОНАЛЬНЫХ АНОМАЛИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ И СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ РЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ МОХОРОВИЧИЧА

Основа применяемой многими исследователями методики изучения морфологии поверхности Мохо заключается в нахождении закономерных связей между значениями аномалий Буге и глубинами залегания изучаемой поверхности на участках (профилях), где их значения определены достаточно надежно. Эти установленные зависимости используются как эталон для определения гипсометрического положения поверхности подкорового субстрата для территорий, где положение ее не изучено.

Совместный анализ значений аномалий Буге и данных ГСЗ по рассматриваемой территории показывает, что установленные многими исследователями (Андреев, 1958; Деменичкая, 1961; Каратаев, 1960; Сажина, 1962; Николаевский, 1964; Wollard, 1959) зависимости аномалий Буге от толщины земной коры имеют место и здесь. Однако характер этих зависимостей сложный. Если в пределах восточной окраины Русской платформы и Западно-Сибирской плиты зависимость линейная прямая, то в пределах Урала, Северного Казахстана и Тургайского прогиба она линейная обратная. Эти зависимости нарушаются влиянием на поле силы тяжести плотностью неоднородности сиалической оболочки, обусловленной строением гранитного и базальтового слоев.



Результаты проведенных исследований указывают на то, что площадное распространение полученных по профилям ГСЗ зависимостей $H = f(\Delta g)$ должно быть сделано на основе тщательного геолого-геофизического районирования территорий. Причем при выяснении взаимосвязи значений аномалий Буге и мощности земной коры должно быть учтено влияние особенностей строения сиалической оболочки.

Для составления графиков корреляционных зависимостей между мощностью земной коры и зональными аномалиями силы тяжести нами были использованы данные ГСЗ, полученные в пределах восточной окраины Русской платформы, на Балтийском щите по профилю Ухта — Кемь, на Западно-Сибирской плите (Ханты-Мансийский и Новосибирский профили) и в области складчатого Урала по профилям: Ижевск — Ишим (свердловское пересечение), Караганда — Куйбышев (баймакское пересечение) и Челкар — Волгоград (актюбинское пересечение).

Составление графиков зависимостей проводилось по обычной методике. По оси ординат (мощности коры) и по оси абсцисс (значения зональных аномалий Буге) откладывались взаимосоответствующие точки значений мощностей и аномалий Буге. Затем проводилась осредняющая линия, которая и определяла среднюю корреляционную зависимость между выбранными параметрами. После этого анализировалась надежность принятых значений средних мощностей и аномалий Буге и находилось математическое выражение осредняющей линии. Составленные таким путем осредняющие линии во всех случаях представляют прямые, общее уравнение которых имеет вид

$$H_m = a \pm b \Delta g,$$

где: H_m — толщина коры, км;

a, b — постоянные коэффициенты;

Δg — значение зональных аномалий Буге, усл. ед.

Графики корреляционных зависимостей изменяются в соответствии со строением того или иного региона. Так, для районов восточной окраины Русской платформы, Балтийского щита и Западно-Сибирской плиты эта зависимость линейная прямая и характеризуется тремя прямыми, уравнения которых имеют следующий вид:

$$H_m = 39,0 - 135 \Delta g,$$

$$H_m = 39,9 - 175 \Delta g,$$

$$H_m = 37,2 - 80 \Delta g,$$

Коэффициенты корреляций для этих уравнений соответственно составляют 0,91; 0,9; 0,55.

Эвгеосинклинальная часть Урала по свердловскому пересечению, Тургайский прогиб и северо-западная область Казахстана по баймакскому пересечению характеризуются линейными обратными корреляционными зависимостями. Они определяются уравнениями

$$H_m^c = 42,4 + 360 \Delta g \text{ (свердловское пересечение),}$$

$$H_m^b = 49,8 + 340 \Delta g \text{ (баймакское пересечение).}$$

Коэффициенты связи равны соответственно 0,934 и 0,806.

Сопоставление полученных графиков зависимостей показывает, что по баймакскому пересечению ГСЗ величина постоянного коэффициента "а" в сопоставимых интервалах изменения значений аномального поля больше на 5–7 км. В связи с этим нами проведена увязка графиков зависимостей на основе решения прямой задачи гравиметрии. Полученное таким путем уравнение графика зависимости для баймакского пересечения имеет вид $H_m = 43,8 + 340 \Delta g$ и почти совпадает с графиком по свердловскому пересечению.

Геологический смысл приведенных зависимостей состоит в том, что в пределах Русской платформы и Западно-Сибирской плиты зональные аномалии гра-

витационного поля обусловлены изменением толщины земной коры. Следовательно, по этим аномалиям в первом приближении можно составить представление о строении поверхности Мохо. В пределах эвгеосинклиальной части Урала обратная корреляционная зависимость этих уравнений, т.е. увеличение значений зональных аномалий с утолщением земной коры, свидетельствует о том, что отрицательный гравитационный эффект, вызываемый прогибами поверхности Мохо, перекомпенсирован положительным гравитационным влиянием базальтового слоя. Это значит, что в эвгеосинклиальной части Урала в зонах прогибания поверхности Мохо имеет место раздув мощности и подъем поверхности базальтового слоя. Следовательно, увеличение толщины земной коры происходило в основном за счет увеличения мощности базальтового слоя.

Приведенные корреляционные уравнения нами были использованы для определения глубин и составления схематической карты рельефа поверхности Мохо Урала и сопредельных с ним регионов. При этом для районов Центрального Казахстана и зоны альпийской складчатости при нанесении изолиний подошвы земной коры были использованы данные А.А. Борисова (1964, 1967).

СОВРЕМЕННЫЙ РЕЛЬЕФ
ПОВЕРХНОСТИ МОХОРОВИЧИЧА

В пределах рассматриваемой территории по характеру строения коры выделяются следующие области: Русская платформа, Уральская складчатая область, Западно-Сибирская плита, Туранская плита и Северо-Казахская складчатая область (рис. 8).

Урал по сравнению с прилегающими областями Западно-Сибирской плиты и Русской платформы характеризуется увеличенной толщиной земной коры, за исключением миогеосинклинальной зоны на Южном Урале, для которой характерна сокращенная мощность коры (34–36 км). В пределах Русской платформы мощность коры колеблется от 35 до 41 км, на Западно-Сибирской плите — от 37 до 41 км, а в эвгеосинклинальной зоне Урала — от 41 до 47 км.

Строение поверхности Мохо восточной и северо-западных частей Русской платформы и Западно-Сибирской плиты идентично. Для них характерно высокое залегание этой поверхности и закономерный подъем ее в направлении с юга на север. Так, в пределах Русской платформы положение ее изменяется от 40–41 км (район Прикаспийской впадины) до 36–35 км (район Балтийского шита), в области Западно-Сибирской плиты — от 40–41 км на юге до 36–35 км на севере. При этом характерно, что в меридиональном срезе она имеет слабо-волнистый рельеф. В пределах эпикаледонской платформы Северного Казахстана (Борисов, 1964, 1967) земная кора характеризуется увеличенной (до 45 км) мощностью.

Для Урала в целом характерно наличие четко выраженных "корней гор". Поверхность Мохо ундурирует вдоль Урала; наблюдается чередование участков с приподнятым и опущенным положением этой поверхности; ширина зоны развития "корней гор" также различна: минимальная на Южном Урале, максимальная на Северном.

Для всей Уральской складчатой области характерно глыбово-блоковое строение. Глыбы и блоки различаются толщиной коры и ориентировкой. В пределах Полярного, Северного и Среднего Урала выделяются соответственно Северо-Уральская (утолщенная), Ивдельская (утоненная) и Верхнетуруинская (утолщенная) глыбы (блоки). На Южном Урале выделены четыре глыбы: Приуральская и Актюбинская — с утоненной корой, совпадающие в плане с Западно-Уральским поднятием и Предуральским краевым прогибом; Магнитогорская и Мугоджарская — с утолщенной корой, соответствующие эвгеосинклинальной зоне. Простиранение глыб преимущественно меридиональное, но наблюдается и северо-северо-западное (Верхнетуруинская), и северо-восточное (Северо-Уральская). Характерно, что изменения в простирании глыб и в их толщине совпадают с участками, на которых происходит изменение азимута направлений всей складчатой системы Урала.

Анализ изменения толщины земной коры в зависимости от возраста консолидированного кристаллического фундамента показывает, что предполагавшаяся Р.М. Деменичкой (1958) зависимость — увеличение мощности коры в области молодых платформ по сравнению с древними — не наблюдается. Так, Западно-Сибирская плита с гетерогенным, в основном герцинским, фундаментом и Русская платформа с архей-древнепротерозойским основанием характеризуются при-

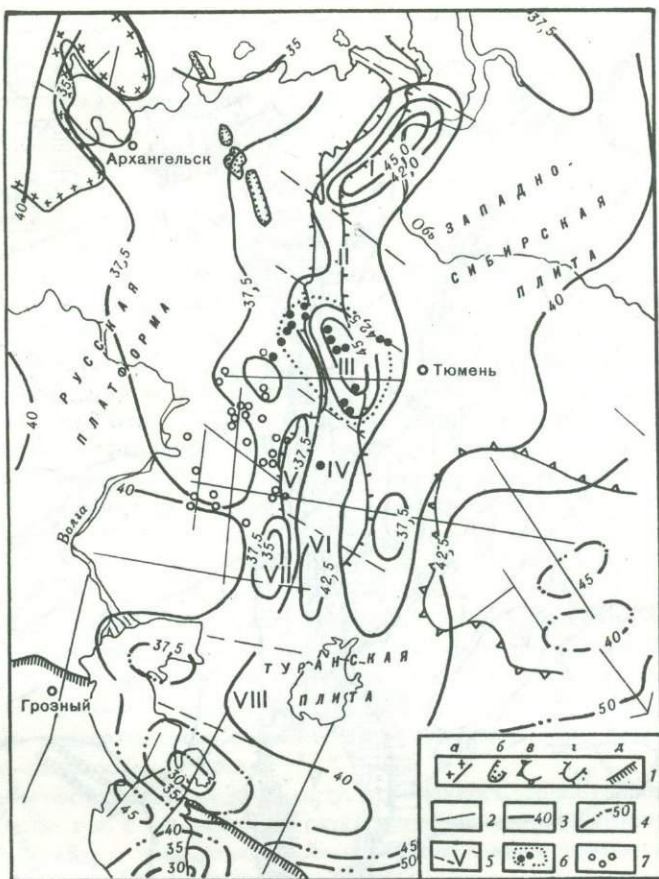


Рис. 8. Схематическая карта строения земной коры Урала и сопредельных территорий

1 - границы выходов на дневную поверхность складчатостей: а - добайкальской, б - байкальской, в - каледонской, г - герцинской, д - альпийской; 2 - профили ГСЗ; 3 - изогипсы поверхности Мохо (в км); 4 - изогипсы поверхности Мохо (в км), по Борисову; 5 - блоки земной коры в пределах Урала (ограниченные зонами глубинных разломов): I - Северо-Уральский, II - Ивдельский, III - Верхнетуринский, IV - Магнитогорский, V - Западно-Уральский, VI - Мугоджарский, VII - Актюбинский, VIII - Аральский; 6 - контур зоны землетрясений в 5-6 баллов и эпицентры землетрясений; 7 - эпицентры местных землетрясений

мерно одинаковыми мощностями коры. Точно так же не различаются по толщине коры герцинская складчатая область Урала и каледонская Северного Казахстана.

Сопоставление схемы рельефа поверхности Мохо со схемой основных элементов тектоники по поверхности кристаллического фундамента (рис. 9, см. рис. 8) показывает, что в пределах восточной и северо-западной частей Русской платформы эти поверхности залегают согласно. Для Западно-Сибирской плиты характерна обращенная форма залегания поверхностей Мохо и кристаллического фундамента, т.е. с погружением поверхности Мохо глубина залегания кристаллического фундамента уменьшается.

На основании совместного рассмотрения характера соотношения структур кристаллического фундамента, аномалий Буге и рельефа поверхности Мохо В.Д. Наливкин и Н.В. Шаблинская (1968) пришли к выводу, что обратные соотношения между аномалиями и структурами, а также зеркальная форма по-

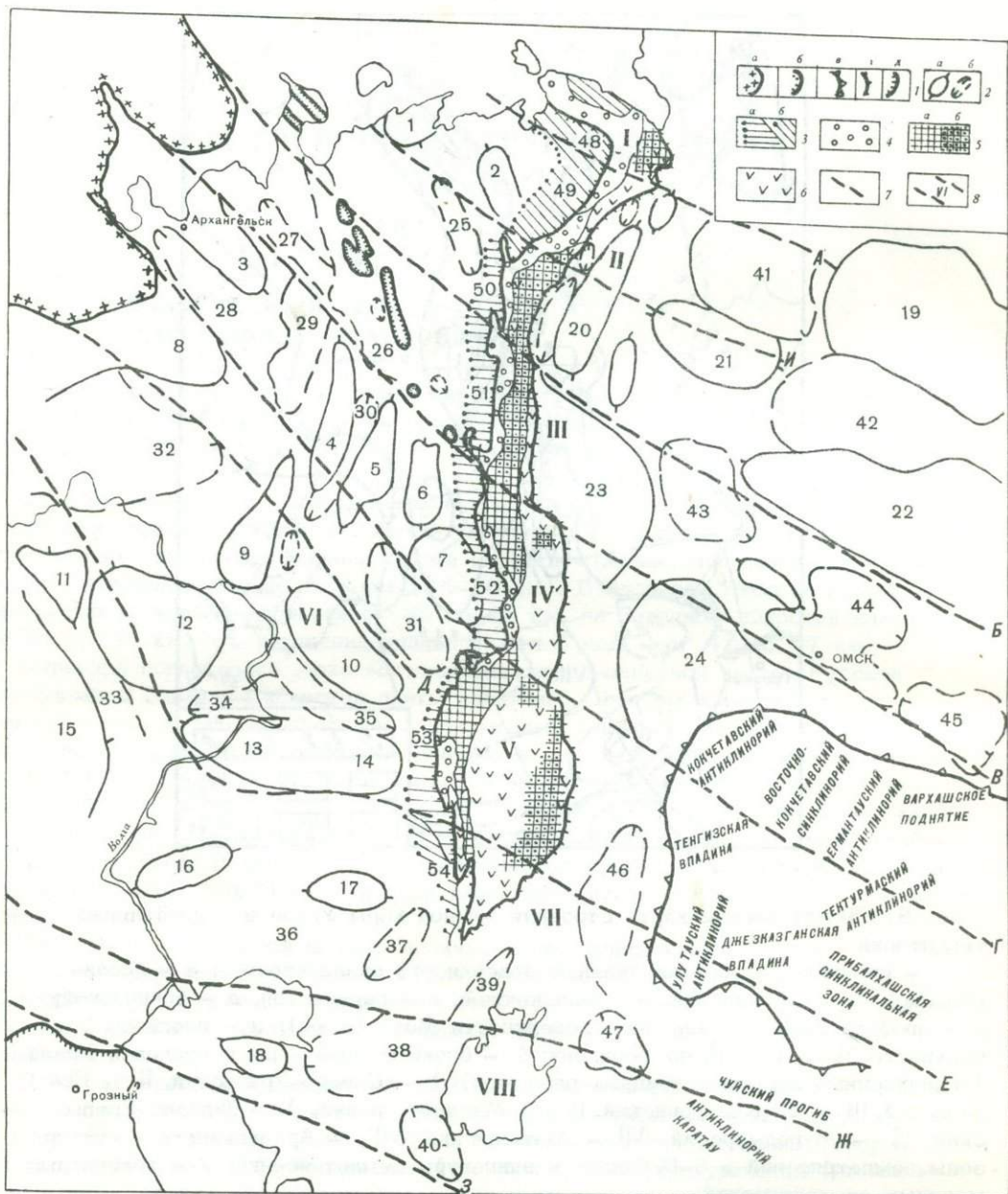


Рис. 9. Генерализованный структурный план поверхности консолидированного фундамента под осадочным чехлом, по данным Н.В. Неволлина и др. (1968), И.С. Огарина (1964), Л.Я. Проводникова (1967)

1 - границы выходов на дневную поверхность складчатостей: а - добайкальской, б - байкальской, в - каледонской, г - герцинской, д - альпийской; 2 - контуры выступов, сводов (а), впадин, прогибов (б) консолидированного фундамента; 3 - предуральские краевые (а) и периклинальные (б) прогибы и их западные границы; 4 - миогеосинклинальные образования палеозоя; 5 - миогеосинклинальные (а) и эвгеосинклинальные (б) образования доуралид; 6 - эвгеосинклинальные образования палеозоя; 7 - корреляционные геотектонические зоны (предполагаемые глубинные разломы): А - Усть-Обская, Б - Печорская, В - Серовская, Г - Златоустовская, Д - Дюртюлинская, Е - Североприкаспийская, Ж - Южноприкаспийская, З - Мангышлакская, И - Березовская; 8 - тектонические пояса: I - Пай-Хойский, II - Печоро-Обский, III - Тимано-Тобольский, IV - Глазов-

верхности Мохо свойственны областям, где современные изменения физического состояния земной коры и мантии протекают наиболее интенсивно. Одной из таких областей, по их данным, является Западно-Сибирская плита. Однако анализ соотношений между толщиной земной коры и зональными аномалиями Буге показывает, что для Западно-Сибирской плиты, так же как и для Русской платформы, характерна прямая связь между ними. Обратная связь устанавливается лишь для структур и аномалий более высоких порядков (для зон интрагеосинклиналей и интрагеоантиклиналей), и, как показал В.С. Сурков (1963, 1968), в пределах Западно-Сибирской плиты это связано с внутренним строением гранитоидного слоя. Обратный же характер связи наблюдается и в пределах антиклинорий и синклинорий Уральской складчатой области. В то же время для Урала в целом характерна обратная связь между зональными аномалиями Буге и толщиной земной коры, т.е. такая же, как в пределах Украинского щита и Днепровско-Донецкой впадины. Здесь зонам повышенных значений этих аномалий соответствуют утолщения коры, зонам пониженных значений — ее утонения. По-видимому, обратные соотношения зональных аномалий и толщины коры в пределах древних и молодых геоструктур связаны как со строением гранитного и базальтового слоев, так и с процессами, протекающими в земной коре и в мантии, — с уплотнением и разуплотнением вещества, на что указывали еще С.И. Субботин (1955; Субботин, Рахимова, 1963), Э.Э. Фотиади (1958), А.А. Борисов (1963), и подтверждаются изменением значений граничных скоростей на поверхности Мохо.

Наблюдающиеся обратные соотношения между глубинами залегания поверхности гранитного слоя и поверхности подкорового субстрата в пределах Западно-Сибирской плиты вызваны, вероятно, процессами изостатического выравнивания, связанными с нисходящими движениями, происходившими при формировании мезозойско-кайнозойской плиты.

Для Уральской геосинклинальной области проводилось сопоставление рельефа поверхности Мохо как с элементами строения древнего фундамента (рис. 10), так и с морфологией поверхности земли и положением наиболее крупных интрагеоантиклиналей и интрагеосинклиналей.

Сравнительный анализ мощности земной коры и рельефа поверхности земли показал, что между ними в целом наблюдается прямая связь. Области Урала и Казахстана с высокими отметками рельефа характеризуются утолщением коры, а Западно-Сибирская плита и Русская платформа с низкими значениями отметок рельефа — утонением. Однако эта зависимость в пределах отдельных крупных структурных элементов юго-востока Русской платформы и Южного

ско-Кокчетавский, V — Верхнекамско-Кустанайский, VI — Волго-Камский, VII — Прикаспийско-Мугоджарский, VIII — Северокаспийско-Аральский. Выступы (своды) консолидированного фундамента: 1 — Нарьянмарский, 2 — Колвинский, 3 — Архангельский, 4 — Сысольский, 5 — Коми-Пермяцкий, 6 — Камский, 7 — Пермско-Башкирский, 8 — Онего-Вагский, 9 — Котельнический, 10 — Татарский, 11 — Окско-Клязьменский, 12 — Токмовский, 13 — Пугачевский, 14 — Оренбургский, 15 — Воронежский, 16 — Арал-Сорский, 17 — Хоблинский, 18 — Северо-Бузачанский, 19 — Верхнетазовский, 20 — Северо-Сосьвинский, 21 — Верхнеказымский, 22 — Демьянский, 23 — Туринский, 24 — Северо-Казахстанский. Впадины (прогибы): 25 — Печоро-Денисовский, 26 — Предтимаковский, 27 — Мезеньский, 28 — Онего-Двинский, 29 — Яренский, 30 — Кожимский, 31 — Верхнекамская, 32 — Московская, 33 — Печелмский, 34 — Ставропольский, 35 — Абдулино-Серноводский, 36 — Прикаспийская, 37 — Сагизский, 38 — Северо-Удюртский, 39 — Челкарский, 40 — Барсакельмесская, 41 — Надымская, 42 — Юган-Тымская, 43 — Ханты-Мансийская, 44 — Омская, 45 — Кулундинская, 46 — Тургайский, 47 — Нижне-Сырдарьинская. Предуральские краевые и периклинальные прогибы: 48 — Каратаихский, 49 — Воркутинский, 50 — Печорский, 51 — Северо-Уральский, 52 — Юрюзано-Сылвенский, 53 — Бельский, 54 — Актюбинский

Урала в деталях нарушается, особенно значительно — в зонах проявления современных тектонических движений. Здесь нередко зонам положительных и отрицательных неотектонических структур, проявляющихся в современном рельефе возвышенностями и понижениями, отвечают соответственно области утонения и утолщения земной коры.

Как показал А.А. Пронин (1964, 1965), метаморфические толщи, слагающие древний фундамент, на Урале, так же как и на востоке Русской платформы, залегают на разных глубинах. Этот фундамент до заложения здесь протерозойских геосинклиналей, по его представлениям, простирался далеко на восток.

На Урале древние образования известны на многих участках. Так, на Полярном Урале, будучи переработаны более поздними тектоническими и метаморфическими процессами, они слагают Харбейский антиклинорий (Собское поднятие). Возраст гранитов и гнейсов харбейского комплекса, по данным свинцово-изотопного метода (Ступников и др., 1962), колеблется от 1670 до 2490 млн. лет. Аналогичные образования известны и в пределах Кожимского поперечного поднятия. На Среднем Урале они образуют Тарташскую, Губинскую и Салдинскую антиклинальные структуры. Радиометрический возраст гнейсов нижней толщи Тарташского антиклинория составляет 3250–3360 млн. лет, верхней толщи — 2400–2790 млн. лет, а прорывающих их гранитов — 1930–2670 млн. лет (Овчинников и др., 1964). Кристаллические породы Салдинского поднятия имеют возраст 2020–2465 млн. лет (Овчинников, 1963). Эти породы А.А. Пронин считает одновозрастными карельским и нижнеархейским комплексам Балтийского щита.

В пределах Южного Урала древние образования, охарактеризованные изотопными определениями возраста, слагают Башкирское поднятие и Уралтауский антиклинорий. Возраст пород айской свиты составляет 1600–1650 млн. лет, миньярской свиты — 618 млн. лет (Гаррис, 1964, 1966). Граниты кайрактинской интрузии, прорывающие гнейсовый комплекс Мугоджар, имеют возраст 1460 млн. лет (данные К.Г. Кнорре).

Характерна обращенная форма рельефа поверхностей древнего фундамента и подошвы земной коры. Глыбы с выходами древних образований на дневную поверхность характеризуются погружением границы Мохо, а области их глубокого залегания — подъемом подкорового субстрата. Так, Северо-Уральской и Верхнетуруинской глыбам, характеризующимся выходами байкальских, возможно, добайкальских, образований, соответствуют зоны утолщения земной коры. Разделяющие их Ивдельская и Магнитогорская глыбы, в пределах которых известны выходы на поверхность древних образований, обладают относительно утоненной корой. На Южном Урале для Мугоджарской глыбы, так же как и для Верхнетуруинской и Северо-Уральской, характерно утолщение коры, что, по-видимому, дает некоторое основание предполагать и более высокий уровень залегания здесь древних пород.

Сопоставление рельефа поверхности подкорового субстрата по крупным структурам типа интрагеосинклиналей и интрагеоантиклиналей проводилось только для Южного Урала. В результате установлено, что Западно-Уральская интрагеоантиклиналь характеризуется утонением коры (35–36 км), а Тагило-Магнитогорская интрагеосинклиналь — ее утолщением (42–47 км). Как известно, такое же прямое соотношение между приповерхностными структурно-формационными зонами и положением поверхности Мохо наблюдается и в пределах молодых геосинклиналей (зона Ивреа в Альпийской области). Здесь интрагеосинклиналям соответствуют утолщения коры, а интрагеоантиклиналям — ее утонения. В то же время обратное соотношение наблюдается между рельефом поверхности Мохо и кровлей гранитного слоя. Так, в пределах Западно-Уральской интрагеоантиклинали плотностная граница раздела: осадочный слой — гранитный слой прослеживается на глубинах 10–12 км. По ее положению эта область относится к глубокой впадине и характеризуется подъемом поверхности Мохо (утонением коры). В области Тагило-Магнитогорской интрагеосинклинали вулканогенно-осадочные образования, претерпевшие зеленокаменный метаморфизм, по значению плотности приближаются к гранитному слою. Эти образования в основном

обнажаются на дневной поверхности либо погружаются под маломощные молодые отложения (1–2 км). По положению границы: осадочный покров – гранитный слой эта область представляет собой как бы выступ последнего и совпадает с зоной значительного погружения поверхности подкорового субстрата (утолщение коры).

СЕКУЩИЕ УРАЛ КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЗОНЫ ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ И ИХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

О широтной зональности в строении Урала

Известно, что в строении Урала наблюдается четко выраженная зональность с запада на восток. В этом направлении продольно вытянутые структуры Урала представлены следующими системами: а) краевых и периклинальных прогибов; б) миогеосинклинальной зоны, включающей уралтаускую систему антиклинорий и сланцевых синклиналиев, краевых поднятий и интенсивно дислоцированных палеозойских образований (краевая зона линейной складчатости); в) эвгеосинклинальной зоны, состоящей из следующих один за другим долготных зеленокаменных синклиналиев (Магнитогорского, Тагильского, Хулгинского, Войкарского и Шучьинского); г) Урало-Тобольского антиклинория и Восточно-Уральского синклиналия.

Однако если до сравнительно недавнего времени Урал рассматривался как система главным образом меридиональных структур, то в последние 10–15 лет различными авторами (Г.В. Вахрушев, А.Г. Бакиров, И.И. Горский, А.А. Малахов, И.С. Огарин, А.И. Олли, А.С. Перфильев, Н.П. Херасков и др.) предложен ряд схем тектоники, на которых кроме структур уральского простирания выделены секущие Урал структурные осложнения (рис. 11). Характер секущих структур, их положение и направления различными авторами оцениваются по-разному. У одних (Кузнецов, 1941; Горский, 1958; Яхимович, 1957) – это системы валов и погружений, у других (Чебаненко, 1963; Огарин, 1968) – системы разломов и ослабленных зон, у третьих (Огарин, 1960, 1965; Бакиров, 1963) – границы блоков, которые можно рассматривать как зоны глубинных разломов. Иногда эти структуры рисуются в виде системы параллельных прямых северо-западного (Чебаненко, 1963; Огарин, 1968в) или субширотного (Малахов, Желобов, 1962; Халевин, Малахов, 1963) направления. Такого рода геометризация структур северо-западного направления легла в основу теоретической сети линейментов И.И. Чебаненко (1963). Г.В. Вахрушевым (1959) положено начало выделению зон дислокаций высоких порядков (пликативных и дизъюнктивных), имеющих различное направление – от северо-западного до широтного и даже местами до северо-восточного.

Одной из наиболее известных схем такого рода является схема И.И. Горского (1958). По палеозойским отложениям И.И. Горский выделяет ряд валов или зон поднятий строго северо-западного направления. Они протягиваются через Урал от Русской платформы до Западно-Сибирской плиты и Казахстана. Большое количество подобного рода дислокаций им отмечается на Полярном и Северном Урале. К югу их количество значительно сокращается.

Н.П. Херасков и А.С. Перфильев (Херасков, 1948; Херасков, Перфильев, 1963) выделили зоны поперечных (широтнo-ориентированных) поднятий, секущих меридиональные структуры Урала. На Полярном Урале выделены Собское поднятие и Лонготюганская поперечная перемычка и несколько южнее – Кожимское поперечное поднятие, отчетливо проявляющееся в системе краевых и периклинальных прогибов и в миогеосинклинальной зоне Урала. Еще южнее, в пределах предгорных прогибов, выделяются поднятия Полюдова кряжа и Каратау.

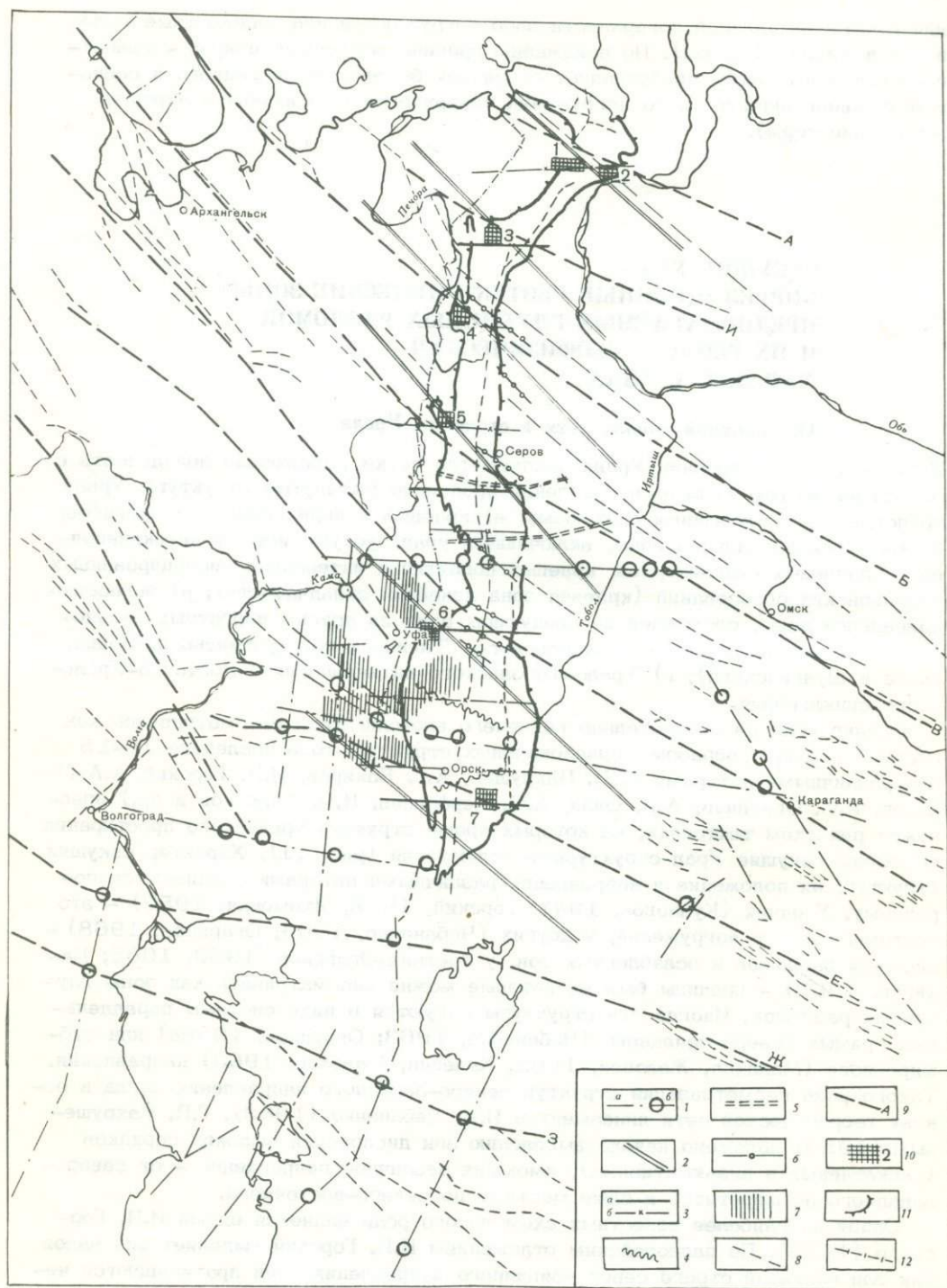


Рис. 11. Схема секущих Урал структур

1 - профили ГСЗ (а) и выявленные зоны глубинных разломов (б); 2 - зоны поднятий северо-западного простирания (по И.И. Горскому); 3 - границы широтных структур Урала: а - провинций, б - регионов (по А.Г. Бакирову); 4 - субширотные тектонические структуры (по Н.И. Халевину); 5 - предполагаемые границы погребенного архейского поднятия (по А.А. Малахову); 6 - оси главных новейших структур (по В.П. Трифонову); 7 - широтные зоны тектонических поднятий (по Г.В. Вахрушеву); 8 - недифференцированные выявлен-

В средней части Северо-Уральского прогиба закартировано (Варсанофьева, 1940) крупное Тимаизское поперечное поднятие в структурах доуралид.

Н.П. Херасков (1948) отмечал, что влияние структуры Уфимского амфитеатра на строение Урала, возможно, сказывается в симметричном появлении двух крупных древних поперечных поднятий – Салдинского на Среднем Урале и поднятия в районе поселков Домбаровка и Карабутак на Южном Урале – в ранние этапы развития структуры.

По более поздним представлениям, секущие Урал структуры имеют самые различные направления. Н.И. Халевин (1960) по геофизическим данным выделил ряд тектонических нарушений северо-западного, субширотного и широтного направлений. И.С. Огарин (1960, 1965, 1968в) в пределах восточной окраины Русской платформы и Южного Урала наметил ряд крупных блоков земной коры, ограниченных зонами глубинных разломов северо-западного и субширотного простираний.

На основе анализа пространственного размещения интрузивных и рудных формаций А.Г. Бакиров (1963) разделяет весь Урал на широтно-ориентированные металлогенические провинции и регионы. Положение этих границ во многих случаях совпадает с границами поперечных структур, выделенных другими авторами.

Значительный интерес для понимания истории геологического развития региона представляют данные А.А. Малахова и П.П. Желобова (1962) о существовании на Среднем Урале широтно-ориентированного архейского поднятия, а также выделенные В.П. Трифионовым (1960) зоны молодых неоген-четвертичных положительных структур, секущих Урал в северо-западном направлении.

В последние годы в ряде районов закартированы зоны трещиноватости и разломов субширотного и северо-западного простираний. Такие разломы выделяются в Зилаирском мегасинклинории по геолого-геофизическим данным И.С. Огарин (1965, 1968в) и др. В Магнитогорском мегасинклинории подобные локальные нарушения выделены по геолого-геофизическим материалам в работах Е.М. Ананьевой и Б.В. Дорофеева (1963), К.П. Плюснина и А.А. Плюсниной (1962), П.Ф. Сопко, Д.Н. Салихова и Г.А. Морозова (1966), И.С. Вахромева и А.С. Бобохова (1966), В.Л. Яхимович (1957) и др.

На Северном и Полярном Урале Н.П. Херасков (1963), А.С. Перфильев (1968), А.С. Мельников (1960), М.Е. Раабен (1959) выделяют ряд широтно-ориентированных зон разломов, шовных антиклиналей и поперечных поднятий. А.С. Мельников и М.Е. Раабен указывают на большую длительность жизни поперечных поднятий, выражающихся в фашиальном составе осадков, заполнивших Магнитогорский, Тагильский, Хулгинский, Войкарский и Щучинский синклинории.

С.В. Москалева (1964) показала, что в крупных дунит-гарцбургитовых массивах на Южном Урале первичные структуры представлены послойным чередованием полос дунитового и гарцбургитового состава, имеющих четко выраженное северо-западное простирание, свойственное структурам карелид (Архангельский, 1947; Гарань, 1960). На основании этого С.В. Москалева считает, что время становления дунит-гарцбургитовой формации на Урале относится к карельской тектонической эпохе.

ные и предполагаемые разрывные нарушения северо-западного простирания (по Н.В. Неволину, И.С. Огарину, В.В. Семеновичу, А.И. Суворову, В.С. Суркову и др.); 9 – секущие Урал корреляционные тектонические зоны (предполагаемые глубинные разломы, по И.С. Огарину): А – Усть-Обская, Б – Печорская, В – Серовская, Г – Златоустовская, Д – Дюртюлинская, Е – Североприкаспийская, Ж – Южноприкаспийская, З – Мангышлакская, И – Березовская; 10 – зоны поперечных Уралу поднятий: 1 – Собское, 2 – Лонготюганская поперечная перемычка, 3 – Кожимское, 4 – Тимаизское, 5 – Полудова кряжа, 6 – Каратау, 7 – Домбровско-Карабутакское; 11 – границы Уральской складчатой области; 12 – западная граница Предуральского прогиба

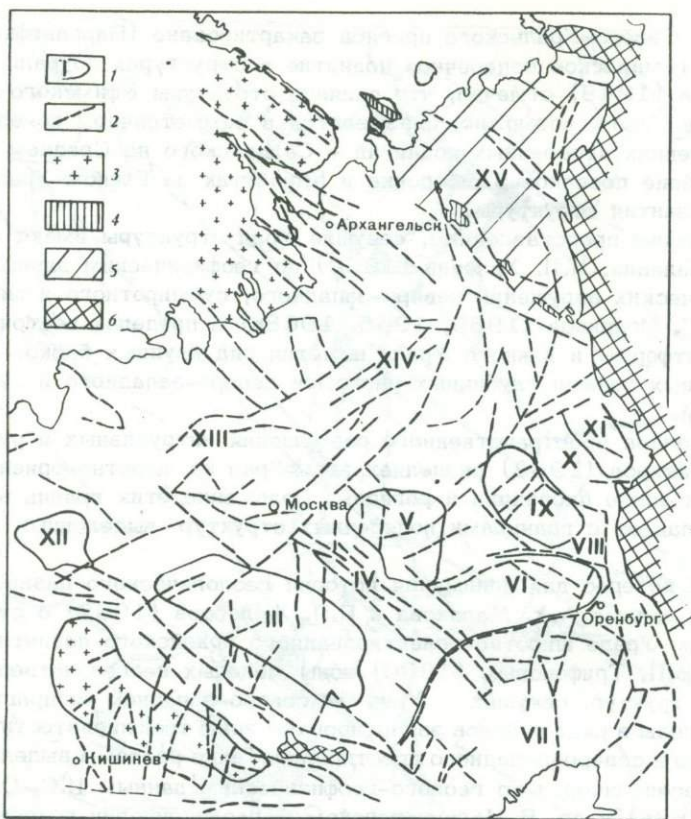


Рис. 12. Схема разломов и структур первого порядка Восточно-Европейской платформы, по Н.В. Неволину и др. (1968)

1 - структуры первого порядка: I - Украинский щит, II - Днепровско-Донецкая впадина, III - Воронежский массив, IV - Пачелмский авлакоген, V - Токмовский свод, VI - Пугачевско-Оренбургский свод, VII - Прикаспийская впадина, VIII - Серноволско-Абдулинский авлакоген, IX - Татарский свод, X - Верхнекамская впадина, XI - Башкирско-Пермский свод, XII - Белорусский массив, XIII - Кресцовско-Валдайский прогиб, XIV - Московская впадина, XV - Печорская впадина; 2 - разломы; 3 - выходы на поверхность пород дорифейского фундамента; 4 - выходы на поверхность рифейского фундамента; 5 - область развития рифейского фундамента; 6 - выходы на поверхность герцинского фундамента

Приведенные данные свидетельствуют о том, что на Урале имеется целый ряд поперечных уральским направлениям дислокаций. Они представлены поперечными поднятиями, шовными антиклиналями, зонами широтных воздыманий продольных складок и характеризуются сменой фаций отдельных толщ или свит, разрывными нарушениями и т.д. Выделяются они как в краевых и периклинальных прогибах, так и в пределах мио- и эвгеосинклинальных зон и прослеживаются по ряду структурных этажей. В частности, они отмечаются в структурах кристаллического фундамента и в отложениях палеозойского и неоген-четвертичного комплексов. Широтно-ориентированные тектонические структуры (дизъюнктивные и пликвативные) присущи не только Уралу. Ряд крупных структур северо-западного и широтного направлений отмечается и вне его пределов. Они широко развиты на Русской платформе, в Казахстане, на Туранской плите и менее - в пределах Западно-Сибирской плиты.

Н.В. Неволин, С.В. Богданова, Т.А. Лапинская и др. (Неволин и др., 1968), рассматривая основные черты строения фундамента Восточно-Европейской пли-

ты, в дорифейских образованиях выделяют три доминирующие системы дислокаций, различных по возрасту и простиранию. Первая система – северо-западного простирания – четко проявляется в архей-нижнепротерозойских образованиях в пределах северо-западной и юго-восточной частей Русской платформы; вторая – северо-восточного простирания – в центральной ее части, а третья – северо-северо-западного простирания – в Печорской впадине. Северо-восточная система дислокаций сечет складчатость северо-западного направления, в связи с чем Н.В. Неволин с соавторами относят ее к более позднему этапу складчатости, которые проявились в среднем или в начале верхнего протерозоя. Дислокации северо-северо-западного простирания эти авторы вслед за Н.С. Шатским, Р.Г. Гафаровым и другими относят к рифейскому (байкальскому) возрасту. Так же как и системы дислокаций, выделенные в рельефе поверхности фундамента, блоки (впадины, выступы) имеют в основном те же три направления (рис. 12). Причем блоки фундамента, как правило, ограничены разломами. В пределах северо-западной, юго-восточной частей платформы они имеют северо-западное направление, в центральной ее части – северо-восточное и в Печорской впадине – северо-северо-западное. Разломы, в том числе и глубинные, северо-западного направления в пределах юго-западной части Русской платформы выделяются и другими исследователями (Субботин и др., 1965; Субботин и др., 1968) (рис. 13).

В.С. Сурков (1963, 1967, 1968), Г.И. Каратаев (1960), Л.Я. Проводников (1967) отмечают наличие крупных нарушений северо-западного направления на территории Западно-Сибирской плиты. Так, по данным интерпретации аномалий гравитационного и магнитного полей В.С. Сурков (1963, 1968) выделяет здесь разломы северо-западного направления разных порядков, в том числе и глубинные (рис. 14). Многие из выделенных разломов подтверждены геологическими и сейсмическими исследованиями. Разломы такого направления выделяются также в пределах Скифской (рис. 15) и Туранской (рис. 16) эпигерцинских плит.

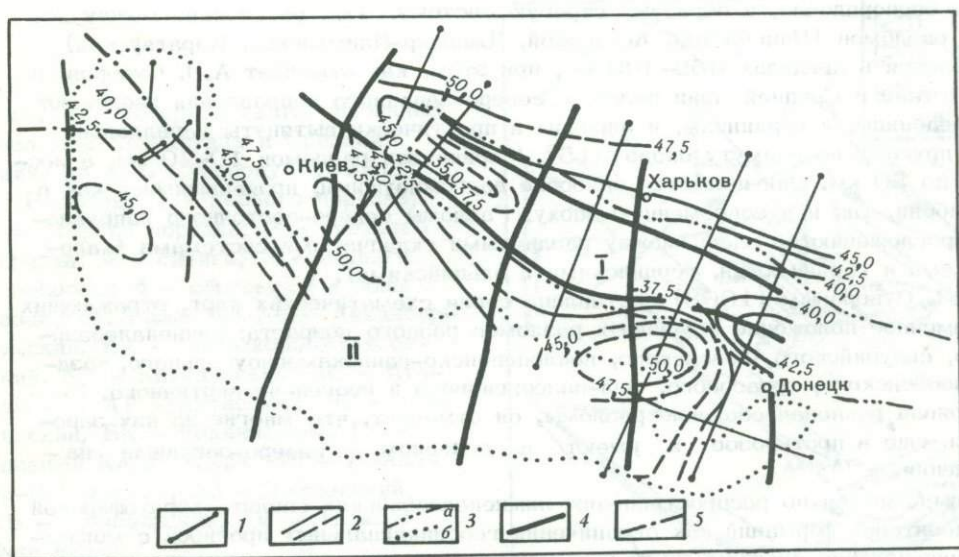


Рис. 13. Схема рельефа поверхности Мохо Днепровско-Донецкой впадины (I) и Украинского щита (II) по С.И. Субботину и др. (1968)

1 – сейсмические профили; 2 – изогипсы поверхности Мохо (в км); 3 – границы Днепровско-Донецкой впадины (а), Украинского щита (б); 4 – зоны глубинных разломов, разделяющие крупные блоки земной коры; 5 – зоны глубинных разломов в отдельных блоках

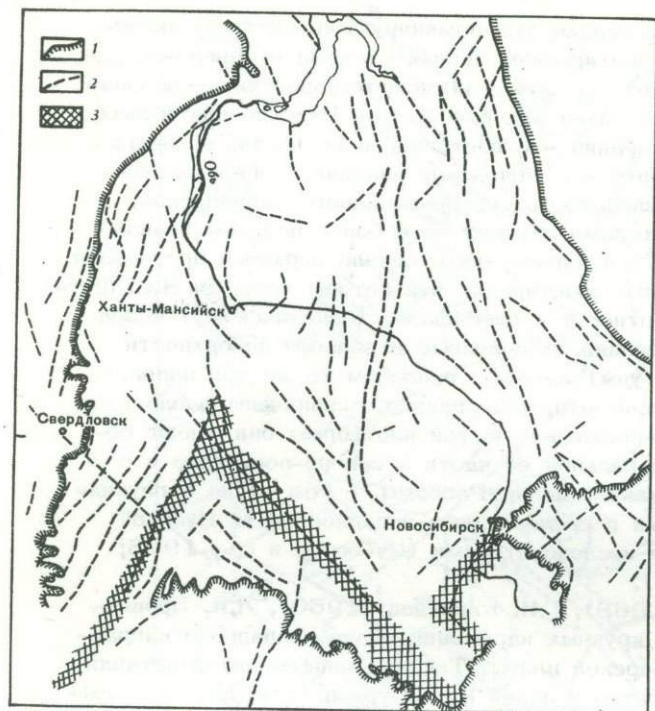


Рис. 14. Схема размещения основных разломов разных порядков Западно-Сибирской плиты, по В.С. Суркову (1963)

1 - граница выхода палеозойских пород; 2 - основные глубинные разломы, выделенные по гравитационным и магнитным данным; 3 - шовные зоны

В Казахстане хорошо изучены крупные, вытянутые на многие десятки и сотни километров разломы, относимые к разряду глубинных, с характерным для них четко выраженным северо-западным простиранием (рис. 17). По исследованиям А.И. Суворова (1963, 1964, 1968), глубинные разломы располагаются не беспорядочно, а образуют строгую систему. Так, расстояние между зонами разломов (Чингизской, Актасской, Джалаир-Найманской, Каратауской) колеблется в пределах 350-400 км; при этом, как отмечает А.И. Суворов, в Казахстане и Средней Азии разломы северо-западного направления пересекают и каледониды, и герциниды, и альпиды и практически вытянуты параллельно один другому по азимуту около 315° . Ширина зон разломов 10-20 км, а местами до 50 км. Они являются наиболее долгоживущими, проявившимися как в докембрии, так и в современную эпоху. Разломы северо-восточного направления прослеживаются здесь между различными складчатыми системами (каледонскими и герцинскими, герцинскими и альпийскими).

А.И. Суворовым (1968) составлена серия схематических карт, отражающих современное положение глубинных разломов разного возраста: раннепалеозойского, силурийского, девонского, последевонско-раннекаменноугольного, позднепалеозойского, триасового, мел-палеогенового и неоген-четвертичного. Рассматривая раннепалеозойские разломы, он отмечает, что многие из них зародились еще в протерозое и имеют в основном северо-западные направления.

Они выделяются по распространению нижнепалеозойских спилито-кератофировой и андезитовой формаций как ограничения геосинклинальных прогибов с мощными вулканогенно-осадочными толщами кембрия и ордовика и отчасти по присутствию удлинённых тел гипербазитов и габброидов. На основании палеотектонических реконструкций автор предполагает, что эти разломы ограничивали крупнейшие древние поднятия (антиклинории), сложенные метаморфическими толщами докембрия. Относительно глубины залегания этих разломов А.И. Суворов пишет: "К началу палеозоя в районе уже была создана гетерогенная симатическая корка с участками сиали, в современном разрезе которой, по данным Р.А. Борукаева и Е.Д. Шлыгина, широко представлены амфиболиты, диабазо-

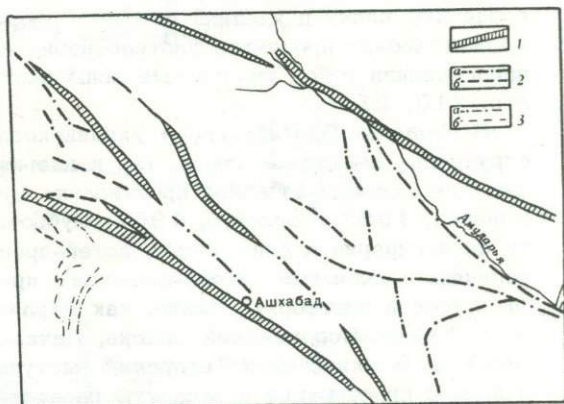


Рис. 15. Схема распространения основных разрывных нарушений в пределах эпигерцинской платформы Предкавказья и сопредельных областей, по Н.Ю. Успенской и Ю.А. Сударикову (Успенская, 1961)

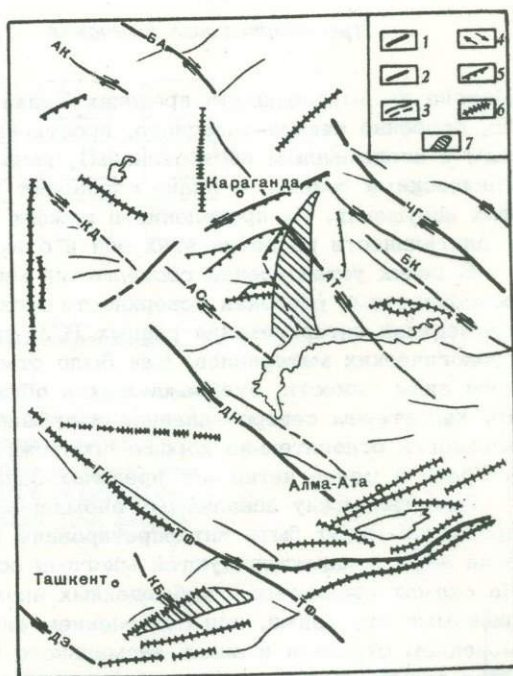
1 - основные глубинные разломы; 2 - разломы

Рис. 16. Схема основных разрывных нарушений, по В.В. Семеновичу (1964)

1 - глубинные разломы; 2 - разломы фундамента (а - относительно достоверные, б - предполагаемые); 3 - зоны региональных разломов в осадочном комплексе (а - установленные, б - предполагаемые)

Рис. 17. Обзорная карта глубинных разломов Казахстана и Средней Азии, по А.И. Суворову (1968)

Разломы: 1 - первого порядка; 2 - второго порядка; 3 - третьего порядка; 4 - сдвиги; 5 - надвиги и взбросы; 6 - сбросы; 7 - зоны раздвигов. Разломы: АК - Акканбур-лукский, БА - Барлыкколь-Атансорский, КД - Каиндинский, АС - Ата-суйский, АТ - Актасский, ЧГ - Чингизский, БК - Баканасский, ГК - Главный Каратауский, ДН - Джалаир-Найманский, ДЗ - Джизакский, КБ - Кумбельский, ТФ - Таласо-Ферганский



вые и андезитовые порфириды, гнейсы, кристаллические сланцы и кварциты архей и протерозоя общей мощностью свыше 15 км. Разломы рассекали эту первозданную корку и уходили еще на какую-то глубину. Являясь проводниками магматических продуктов ультраосновного и основного состава, они, вероятно, представляли собой гипогенные зоны растяжения — глубинные сбросы" (1968, стр. 213, 214).

В пределах Балтийского и Украинского щитов наиболее древние и крупные структуры, как пликативные, так и дизъюнктивные, имеют, так же как и в Казахстане, северо-западное простирание (Фотиади, 1958; Неволин, 1968; Семоненко, 1953; Соллогуб, 1967; Субботин и др., 1965). На Балтийском щите антиклинории и синклинории архей-древнепротерозойских складчатых зон ограничены разломами северо-западного простирания. Крупные структурные формы Русской платформы, такие, как Украинский щит, Днепровско-Донецкая впадина, Курско-Воронежский массив, Пачелмский, Верхнекамский прогибы, Токмовский, Башкирский и Татарский выступы, имеют четко выраженное северо-западное простирание и зачастую разделены между собой, по данным ГСЗ, зонами глубинных разломов того же направления. Северо-западная ориентировка структур особенно характерна для архей-древнепротерозойских образований Русской платформы (Неволин и др., 1968).

Таким образом, по данным проведенных исследований, северо-западные и широтно-ориентированные дислокации Урала представляют собой как бы связующее звено в общей системе дислокаций такого направления, характерного, с одной стороны, для докембрийских структур Русской платформы, а с другой — для структур Западно-Сибирской плиты и Казахстана.

Геолого-геофизическая характеристика секущих Урал корреляционных геотектонических зон и их роль в развитии Уральской геосинклинальной области

Предварительные замечания

Многие из выделенных в пределах Урала структурных осложнений неуральского, особенно северо-западного, простирания (как по древним, так и по молодым и современным образованиям), названные нами корреляционными геотектоническими зонами, в плане совпадают между собой и образуют зоны поперечных нарушений. Их проявление в разных структурных этапах свидетельствует о длительности развития этих зон и о их глубинной природе.

В целях установления соотношений между секущими Урал структурами и особенностями строения поверхности Мохы и гранитного слоя была проведена совместная интерпретация данных ГСЗ, гравиметрии и магнитометрии с учетом геологических материалов. Как было отмечено выше, для зональных аномалий поля силы тяжести, отображающих в общих чертах поведение поверхности Мохы, характерны северо-западное и субширотное направления. Причем эта зональность относительно хорошо прослеживается в области Русской платформы и Урала и менее четко — в пределах Западно-Сибирской плиты и Казахстана.

Границы между зональными аномалиями по целому ряду корреляционных признаков могут быть интерпретированы как единые по природе геотектонические зоны и характеризуются многими особенностями зон глубинных разломов. На схемах зональных и наблюдаемых аномалий они отображаются или гравитационными ступенями, или сочленением аномалий разных простираний, или изменением строения и знака аномального поля. Эти зоны в ряде мест отмечаются повышенной сейсмичностью, изменениями наклона глубинных границ раздела, или дифракцией упругих волн. Кроме того, они проявляются в тектонике кристаллического фундамента резким изменением простирания крупных складок, стыком выступов и впадин, увеличением числа разрывных нарушений, резким

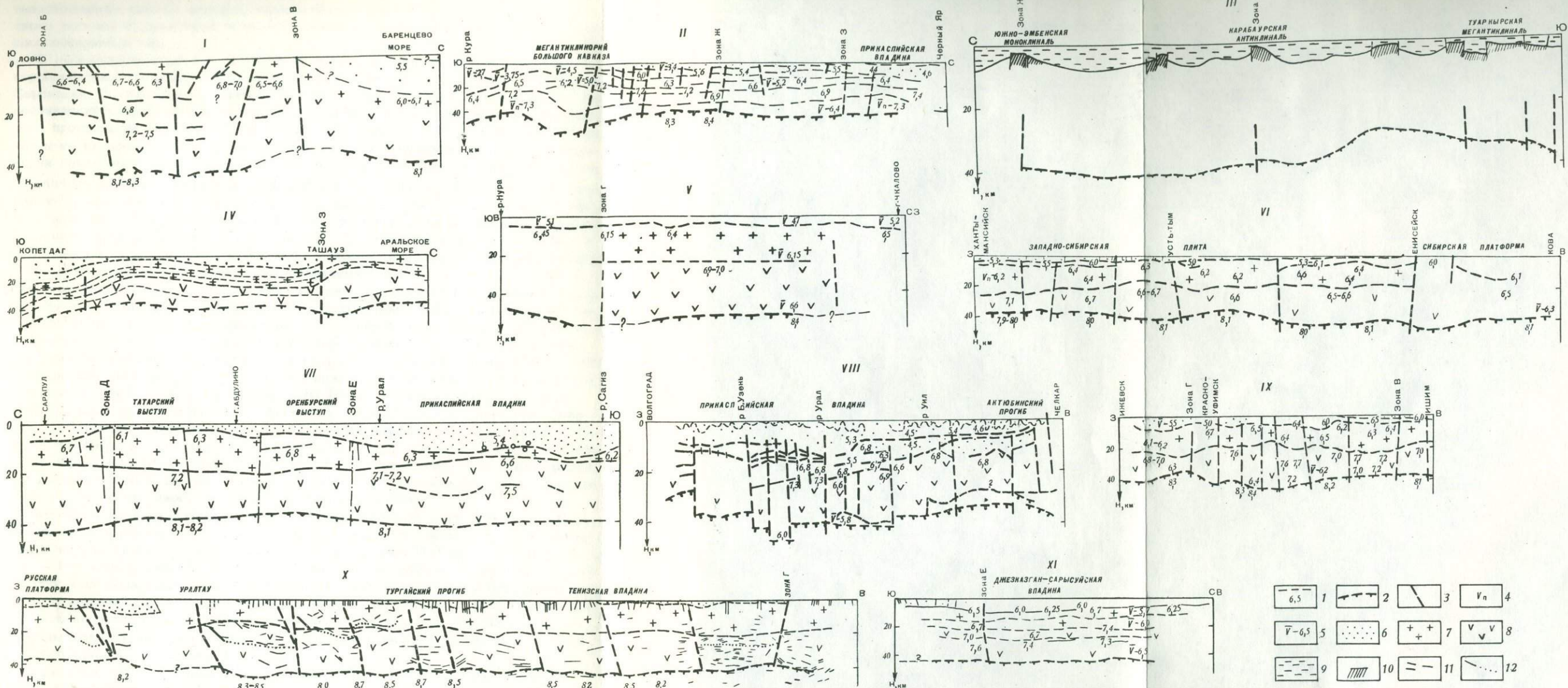


Рис. 18. Схематические разрезы земной коры по данным ГСЗ

I - Баренцево море - Ловно, по И.В. Литвиненко, Л.Н. Платоненковой и др. (Литвиненко, 1968); II - Волгоград - Нахичевань, по Г.В. Краснопецевой и др. (1967); III - Южно-Эмбенская моноклираль - Карабаурская антиклираль - Большой Балхан, по Р.Г. Гарешкому и А.Л. Яншину; IV - Копетдаг - Аральское море, по В.З. Рябому (1966); V - Темиртау - Петропавловск, по А.П. Антоненко, В.В. Аргентову и др. (1963); VI - Ханты-Мансийск - Енисейск, по Н.Н. Пузыреву и др. (1964); VII - Сарапул - Сагиз, по Ю.Н. Годину (1958) и И.В. Померанцевой (1961); VIII - Челкар - Волгоград, по Б.А. Хрычеву; IX - Ижевск - Тюмень - Ишим, по В.С. Дружинину и др. (1968); X -

Темиртау - Куйбышев, по Б.А. Хрычеву и др. (1968); XI - Дзержказганский, по А.А. Попову и др. (1967)

1 - сейсмические границы и значения граничных скоростей (в км); 2 - поверхность Мохо; 3 - разломы, зоны разломов; 4 - пластовые скорости (в км); 5 - средние скорости (в км); 6 - осадочный слой; 7 - гранитный слой; 8 - базальтовый слой; 9 - кайнозой-среднекаменноугольные осадочные образования (см. разрез III); 10 - поверхность ордовикско-каменноугольного складчатого комплекса герцинид (см. разрез III); 11 - отражающие площадки (см. разрез X); 12 - условные отражающие горизонты (см. разрез X')

выклиниванием систем складок, изменениями структурного плана, литологического состава и мощностей осадочных пород и сменой знака проявления новейших движений и т.д.

В направлении с севера на юг нами выделены следующие секущие Урал корреляционные геотектонические зоны: Усть-Обская, Березовская, Печорская, Серовская, Златоустовская, Дюртюлинская северо-западного направления, Североприкаспийская, Южноприкаспийская и Мангышлакская широтного и субширотного простираний (см. рис. 7, 9). При этом следует заметить, что не все из них и не на всем протяжении одинаково четко охарактеризованы; о существовании некоторых можно судить лишь по отдельным корреляционным признакам.

Многие из выделенных зон на отдельных участках изучены ГСЗ и характеризуются как зоны предполагаемых глубинных разломов. Так, Печорская (Б) и Серовская (В) зоны в пределах Кольского полуострова пересечены профилем Баренцево море - Ловно (рис. 18, разрез I; Литвиненко, 1968); Серовская (В) зона изучена и в области Западно-Сибирской плиты (см. рис. 18, разрез IX). Златоустовская (Г) пересечена профилями Ижевск - Тюмень - Ишим в пределах Пермско-Башкирского выступа (рис. 18, разрез IX; Дружинин и др., 1968) и Темиртау - Петропавловск в Казахстане (рис. 18, разрез V; Антоненко и др., 1963). Дюртюлинская (Д), Североприкаспийская (Е) зоны на юго-востоке Русской платформы пересечены профилем ГСЗ и наблюдениями местных землетрясений (см. рис. 8 и рис. 18, разрез VII; Годин, 1957, 1958; Померанцева, Можженко, 1963). Североприкаспийская зона (Е) в Казахстане изучена по джезказганскому пересечению (рис. 18, разрез XI; Попов и др., 1967). Южноприкаспийская (Ж), Мангышлакская (З) зоны в пределах Скифской и Туранской эпигерцинских плит изучены профилями ГСЗ Волгоград - Нахичевань (рис. 18, разрез II; Краснопевцева и др., 1967), Копетдаг - Аральское море (рис. 18, разрез IV; Рябой, 1966). Эти данные позволяют предполагать, что выделенные нами корреляционные геотектонические зоны представляют собой не что иное, как зоны глубинных разломов.

Кроме разломов северо-западного (антиуральского) направления на Урале получили широкое развитие разломы меридионального (уральского) простирания. Они достаточно уверенно выделяются по данным ГСЗ по профилям Челкар - Волгоград, Ижевск - Тюмень - Ишим и Темиртау - Куйбышев, а также по строению зональных аномалий физических полей. Разрывные нарушения других направлений, в том числе меридионального, рассмотрены нами только для территории Южного Урала и юго-восточной части Русской платформы, и характеристика их приведена в работе "Строение и районирование земной коры Южного Урала" (Огаринов, 1973).

Как показали А.В. Пейве (1956), В.Е. Хаин (1964) и И.И. Чебаненко (1963), глубинные разломы не являются производными каких-то структур, а отражают первичные черты строения земной коры. Длительность их существования измеряется сотнями миллионов лет. В ходе геологической жизни земной коры они определяют характер и направление слоенакопления, распределение магматизма, проявление складчатости, размещение месторождений полезных ископаемых и т.д. Заложение Уральской геосинклинальной области, по исследованиям А.А. Пронина (1964), связано именно с образованием глубинных разломов. Поэтому выявление природы секущих Урал субширотного-ориентированных геотектонических зон предполагаемых глубинных разломов, закономерностей их размещения и связи с ними структур осадочного и вулканогенно-осадочного комплексов имеет важное значение для раскрытия особенностей геологического развития геосинклинальной области.

Из общего обзора схемы проявления зон предполагаемых глубинных разломов северо-западного (субширотного) направления (см. рис. 7) видно, что наиболее четкое отражение они находят в элементах строения добайкальской складчатости в западных районах Русской платформы. В Уральской геосинклинальной области они проявляются в характере зональных аномалий и в блоковой структуре земной коры. Причем, как видно из рис. 9 и 10, в плане они совпадают с зонами поперечных поднятий, выделенными в отложениях оса-

дочного и вулканогенно-осадочного комплексов И.И. Горским, В.П. Трифоновым, П.П. Херасковым, А.С. Перфильевым и др. В пределах Западно-Сибирской плиты они выделяются менее четко, отражаясь в основном в простираниях структур доюрского кристаллического фундамента, а в Казахстане проявляются в разломной тектонике.

Краткая характеристика текущих Урал зон предполагаемых глубинных разломов

Усть-Обская зона (А) (см. рис. 6, 7, 9-11) имеет простирание, перпендикулярное северо-восточным (продольным) структурам Урала. В этой зоне Уральская складчатая система как бы резко изгибается и принимает северо-западное направление.

На западе зона разлома характеризуется гравитационной ступенью и прослеживается вдоль полосы сочленения региональных аномалий разных простираний. На Урале она проявляется замыканием системы аномалий разных простираний, а на востоке — довольно интенсивным минимумом поля силы тяжести, охватывающим здесь все продольные структуры. Эта зона совпадает с полосой сгущенных изолиний полной составляющей геомагнитного поля, которая также имеет северо-западное простирание при общей меридиональной зональности аномалий.

Проявляется эта зона четкой системой шовных антиклиналей гряды Черноба. В Предуралье она проходит между Каратаихским (северо-западного направления) и Воркутинским (меридионального направления) прогибами и совпадает с разделяющим их глубинным разломом (Херасков, 1967). На Урале в миогеосинклинальной части ей соответствует Собское поперечное поднятие, а в эвгеосинклинальной — Лонгютюганская поперечная перемычка, которая разделяет Войкарский и Щучинский синклиории. Здесь наблюдается и широтная ориентировка гипербазитового массива Харчи-Рузь (Перфильев, 1968). В пределах Западно-Сибирской плиты зона разлома проявляется менее четко и в общих чертах характеризуется пай-хойским направлением структур в доюрском фундаменте.

Березовская зона (И) проявляется изменением направления системы Урала с меридионального на северо-восточное. В характере зональных аномалий поля силы тяжести оно отражается изгибами изоаномал, участками замыкания ряда минимумов в определенной полосе. В характере поля силы тяжести в Предуралье и Печорской синеклизе оно отображается зоной сочленения аномалий разных простираний, а в Зауралье — четко выраженными аномалиями гравитационного и магнитного полей северо-западного простирания, смещением по широте осей системы меридионально вытянутых аномалий.

На западе она прослеживается по зоне сочленения Колвинского выступа с Печеро-Ленисовским прогибом и проходит по юго-западной границе Нарьян-Марского поднятия фундамента. В Предуралье она проходит между Воркутинским и Печорским периклинальными прогибами — в районе южного окончания гряды поднятий Чернышева. В пределах миогеосинклинальной части Урала эта зона проявляется Кожимским поперечным поднятием и рядом поперечных разрывных нарушений, резким сужением зоны развития доуралид. В эвгеосинклинальной части она прослеживается между Войкарским и Хулгинским зеленокаменными синклиориями, отличающимися один от другого по строению, фациальному составу и мощностям отложений отдельных свит. Развитие их так или иначе связано с поперечным поднятием Урала в период от ордовика до нижнекаменноугольного времени. М.Е. Раабен (1956), А.С. Мельников (1960) указывают на большую длительность жизни поперечных поднятий, которые по фациям проявились с ордовика. В пределах Западно-Сибирской плиты зона выражена в направлениях структур доюрского фундамента и прослеживается между Верхнекамским приподнятым и Надымским опущенным регионами (Проводников, 1967).

Печорская зона (Б) выделяется по резкому изменению строения и направления зональных аномалий гравитационного поля с северо-восточного на северо-западное. В пределах Русской платформы и Западно-Сибирской плиты в

аномальном магнитном поле она выделяется полосой сгущенных изолиний. Эта полоса на Западно-Сибирской плите является границей, разделяющей области с разным строением аномалий ΔT_a ; вдоль нее прослеживаются цепочки положительных аномалий значительной интенсивности.

На Кольском полуострове Печорская зона прослеживается вдоль северо-западного борта Мурманского массива архейских образований. В районе полуострова Канина она отображается изгибом простираания Тимана с северо-северо-западного на северо-западное, резким погружением по разлому поверхности кристаллического фундамента, флексурами и изменениями фаций осадочного чехла.

В Предуралье она прослеживается между Северо-Уральским предгорным и Печорским периклинальным прогибами; в миогеосинклинальной зоне Урала проявляется Тимаизским поперечным поднятием в структурах доуралид (Варсанофьева, 1940), а в эвгеосинклинальной зоне — поперечным воздыманием Тагильского синклиория (в период D_2-C_1), выклиниванием некоторых толщ и изменением фациального состава образований (Волков, 1964; Перфильев, 1968). Совпадает она и с осью новейших структур (Трифонов, 1960).

В Тагильском синклиории на продолжении рассматриваемого разлома по фациям намечается зона относительных поднятий, которая существовала в течение палеозоя. По данным А.С. Мельникова (1960), в целом это полоса воздыманий структур. В пределах Вогульско-Уралтауского антиклинория той же зоне разлома соответствует некоторое воздымание шарнира антиклинория.

В Зауралье к ней приурочено сочленение Туринского выступа с серией структур доюрского фундамента (Ляпинская впадина, Северо-Сосьвинский свод, группа Шеркалинских структур). Далее на восток она проходит между Демьяновским сводом и Омской впадиной.

Серовская зона (В) выделяется по характеру зональных аномалий поля силы тяжести и отображается полосой сгущенных изоаномал, прослеживающейся между повышенными на юге и пониженными на севере значениями поля. Она выделяется по смене направлений осей аномалий геомагнитного поля с меридионального на северо-западное, по полосе сгущенных изолиний ΔT_a и по четким линейно-вытянутым аномалиям большой интенсивности северо-западного простираания.

Зона проявляется разломом в кристаллическом фундаменте, прослеживающимся вдоль юго-западной окраины Кольского полуострова (вдоль северо-восточного побережья Кандалакшского залива). Далее к востоку она прослеживается между Мезеньским прогибом и Архангельским выступом фундамента по полосе резкого выклинивания или замыкания системы крупных структур кристаллического фундамента (Яренского прогиба, Сысольского выступа, Кожимского прогиба, Коми-Пермяцкого и Камского выступов); по изменению простираания крупных структур с северо-северо-восточного и меридионального направлений на северо-западное; по изменению фациального состава и мощности осадочных образований, а в Предтимаанье — по флексурам в осадочном покрове.

В Предуралье она проявляется поперечным поднятием Полюдова кряжа, которое разделяет Северо-Уральский и Юрюзано-Сылвенский краевые прогибы. На Урале в той же зоне выклинивается Кваркушский антиклинорий и замыкается Улс-Велсовский синклиорий. Кроме того, здесь выступают образования доуралид миогеосинклинального типа, а структуры их меняют простираание с меридионального на северо-западное. А.С. Мельников (1960) в Тагильском синклиории на юго-восточном продолжении поднятия Полюдова кряжа отмечает существенные нарушения линейности структур; именно в этой зоне сконцентрированы крупные массивы интрузий габбро-перидотитовой формации (Кытдымский массив). Здесь же намечается воздымание Тагильского синклиория и уменьшаются мощности вулканогенно-осадочных образований палеозоя. По данным В.П. Трифонова (1960), в этой зоне проходит ось структуры новейших тектонических движений северо-западного простираания.

В пределах Западно-Сибирской плиты этой зоне соответствует разлом, который трассируется между Северо-Казахстанским выступом и Омской и Кулундинской впадинами. Он ограничивает с юга Туринский выступ фундамента. Юго-

восточнее в Северном Казахстане, продолжением Серовской зоны служит Калба-Нарымский глубинный сдвиг, характеризующийся линейным проявлением интрузивного и эффузивного магматизма основного и ультраосновного типа, большой амплитудой смещения, прямолинейным и плавным положением сместителя, вытянутого с юго-востока на северо-запад на сотни километров (Суворов, 1963, 1964, 1968).

Златоустовская зона (Г) выделяется по характеру строения зональных аномалий Буге, проявляется сгущением изоаномал, изменением знака аномалий и прослеживается между системами аномалий разных простираций. Менее четко они проявляются в аномальном геомагнитном поле, особенно в пределах Западно-Сибирской плиты. На Русской платформе она выделяется или линейно-вытянутыми аномалиями ΔT_a высокой интенсивности, или полосой сгущенных изолиний, или зонами сочленения аномалий разных простираций.

В пределах Балтийского щита Златоустовская зона совпадает с полосой развита разрывных нарушений, отделяющей Беломорский массив от Карельского синклиналичного пояса, ориентированных в северо-западном направлении. Далее на восток она располагается между Онего-Двинским прогибом и Онего-Вагским выступом фундамента. В центральной части Русской платформы эта зона прослеживается вдоль полосы сочленения положительных и отрицательных структур в докембрийском кристаллическом фундаменте (Яренский и Кожимский прогибы, Сысольский и Коми-Пермский выступы) и далее проходит между Пермско-Башкирским выступом и Верхнекамской впадиной.

В Предуралье Златоустовская зона проявляется поперечным поднятием Каратау, разделяющим Юрюзано-Сылвенский и Бельский краевые прогибы. Здесь структуры имеют широтное простираие и испытывают резкое сжатие и воздымание. На Урале в зоне разлома отмечается резкий изгиб простираия складчатой системы с северо-восточного на меридиональное, погружение Башкирского антиклинория, Губенской, Салдино-Мурзинской антиклинальных структур, замыкание Магнитогорского и Аятского синклинориев. В целом это область общего пережима и воздымания линейных структур Урала. Кроме того, она характеризуется серией новейших поднятий, оси которых имеют северо-западное простираие.

На продолжении той же линии в пределах Тургайского прогиба (в Кустанайской седловине) выделяется целый ряд разрывных нарушений северо-западного направления в доюрском фундаменте. В Северном Казахстане она намечается между Тенгизской впадиной и Кокчетавским антиклинорием и совпадает с Акканбурлукской и Актаской зонами глубинных разломов сдвигового типа, представляющими собой широкие протяженные полосы (10-20 км) разломов северо-западного направления (Суворов, 1963, 1968). На Урале и в Предуралье Серовская и Златоустовская зоны соответственно с севера и юга ограничивают район землетрясений силой до 5-6 баллов (Вейс-Ксенофонта, Попов, 1940).

Дюргюлинская зона (Д) четко выделяется по характеру строения зональных аномалий от меридиана г. Уфы на востоке до района г. Петрозавоска на западе. Трассируется она по гравитационной ступени, по смене знака зональных аномалий и по изменению характера аномалий геомагнитного поля.

В осадочном покрове и докембрийском кристаллическом фундаменте зона проявляется системой флексур и уступов (разломов), изменением мощностей осадочного покрова, сменой фаций. В восточных районах платформы она прослеживается между Верхнекамской впадиной и Татарским выступом фундамента и характеризуется повышенной современной сейсмичностью (Померанцева, Мозженко, 1963). В западных районах Русской платформы она трассируется по юго-западному борту Онего-Вагского выступа и проходит вдоль полосы замыкания системы структур Московской синеклизы и Котельничского выступа.

Североприкаспийская зона (Е) состоит как бы из двух частей - Пачелмской и собственно Североприкаспийской. Пачелмский отрезок зоны имеет северо-западное простираие и выделяется серией разрывных нарушений, проявляющихся в характере зональных аномалий полосой сгущенных изоаномал. В геомагнитном поле здесь наблюдаются линейно-вытянутые аномалии ΔT_a большой протяженности, смена простираия и изменения характера локальных

магнитных аномалий. Кроме того, эта зона проявляется серией разломов как в пределах Токмовского выступа фундамента, так и вдоль северо-восточного крыла Пачелмского авлакогена при сочленении его с Окско-Клязьменским, Токмовским и Пугачевским выступами. Пачелмская зона, по представлениям Н.В. Неволина, С.В. Богданова и др. (1968), прослеживается в районе центральной части Прикаспийской впадины. По данным ГСЗ (профиль Челкар - Волгоград, см. рис. 18, разрез VIII), она здесь выделяется серией уступов на поверхности Мохо. В северной части Прикаспийской впадины, несколько восточнее г. Саратова, она соединяется с собственно Североприкаспийской корреляционной геотектонической зоной.

Собственно Североприкаспийская часть зоны выделяется по гравитационной ступени, по изменению характера аномалий физических полей, по резкому изменению литологического состава, мощностей и фациальной характеристики палеозойских осадочных образований, по повышенной современной сейсмичности, по системе разломов в кристаллическом фундаменте, флексурам и разрывным нарушениям в осадочном покрове. Она отмечается по данным ГСЗ зоной глубинного разлома.

В Предуралье и на Урале эту зону можно проследить по изменению характера строения зональных аномалий. Проявляется она значительным сужением ширины обнаженной части складчатой системы Урала, резким выклиниванием системы складок краевой зоны линейной складчатости (Уралтауского, Таналыкского, Ахуново-Кацбахского антиклинориев и Кизило-Уртазымского, Кульминского синклинориев). В пределах Восточно-Уральского мегантиклинория в этой зоне в образованиях доуралид выделяется Домбровско-Карабутацкое поперечное поднятие (Херасков, 1967). В районе Сакмарского и Кимперсайского поднятий простираение доуралид отклоняется от долготных структур уралид на северо-запад (Херасков, Милановский, 1953).

В Казахстане зона прослеживается вдоль юго-западного крыла Прибалхашской синклинали зоны и совпадает с Джалаир-Найманским глубинным сдвигом, вытянутым здесь с юго-востока на северо-запад на 600-700 км и характеризующимся, по исследованиям А.И. Суворова (1963, 1964), так же как и Чингизский разлом, прямолинейным шовным характером и большой амплитудой сдвигов, перистым расположением сопровождающих складчатых и разрывных структур, развитием интрузивного и эффузивного магматизма.

Южноприкаспийская зона (Ж) выделяется по изменению характера строения физических полей, по региональной гравитационной ступени и изгибу направления систем аномалий поля силы тяжести и полного вектора напряженности геомагнитного поля. В пределах окраины Русской платформы она прослеживается вдоль южного борта Прикаспийской синеклизы, а в области Туранской плиты проходит между Северо-Устюртским и Челкарским прогибами, далее следует по северному побережью Аральского моря и между Нижне-Сырдарьинским сводом и Сырдарьинской синеклизой соединяется с главным Каратауским глубинным разломом, отделяющим Чуйский прогиб от Каратауского антиклинория. В пределах этой зоны наблюдается резкое изменение мощностей и фациального состава осадочных образований. Установлен ряд систем флексур и уступов (разломов) как в толще осадочных образований, так и в фундаменте (Журавлев, 1960; Неволин, 1951; Тектоническая карта Европы..., 1964; Тектоническая карта Евразии..., 1966).

Мангышлакская зона (З) по зональным аномалиям выделяется нечетко. Однако, как показали Р.Г. Гарещкий и В.И. Шрайбман (1960), она хорошо выражена в характере аномалий магнитного и гравитационного полей узкими, вытянутыми с юго-востока на северо-запад аномалиями; иногда вдоль нее наблюдается смена простираения осей аномалий. В строении осадочного покрова зона проявляется Мангышлакской системой дислокаций, поднятиями Султануиздага. На востоке она совпадает с системой Южно-Ферганских глубинных разломов.

Мангышлакская зона разлома, по-видимому, ограничивает с юга, в районе Султануиздага, Уральскую складчатую область. Как показал А.Л. Яншин (1951), южнее этой зоны герцинская складчатость принимает четко выраженное северо-западное простираение.

Итак, из приведенной характеристики видно, что кососекущие Урал корреляционные геотектонические зоны предполагаемых глубинных разломов выделяются рядом геолого-геофизических признаков.

Учитывая, что эти зоны находят отражение на схеме зональных аномалий Буге, характеризующих в общих чертах поведение поверхности Мохо, трассируются (хотя и неодинаково четко) от Балтийского щита через всю Русскую платформу, косо секут Урал и прослеживаются к востоку от него, можно предполагать, что они имеют более древний возраст, чем меридиональные зоны, в основном развитые в пределах Уральской геосинклинальной области.

Как показал А.В. Пейве (Тектоническая карта Евразии..., 1966), глубинные разломы — структуры длительного и унаследованного развития, и многие из них развиваются с самого начала жизни геосинклинальных областей. Он отмечает, что "на огромных пространствах Евразии, несмотря на известную неясность основных законов пространственного расположения структур, все же замечается преобладание определенных систем глубинных разломов. Из тектонической карты видно, что главное значение имеют разломы диагональных северо-западных и северо-восточных направлений, которыми в сущности и определяется структурный план Евразии" (Тектоническая карта Евразии..., стр. 450).

Секущие Урал зоны предполагаемых глубинных разломов древнего заложения определили в его строении тектоническую поясность северо-западного и субширотного направлений. Пересекаясь с зонами разломов меридионального направления, они придали глыбово-блоковый характер строению земной коры Урала и обусловили структурно-формационную и литолого-фациальную зональность герцинской складчатой области.

В.П. Горский (1964), рассматривая формирование структурно-формационных зон северной части Урала, отмечает, что цепочкообразное строение продольных уральских структурно-формационных зон связано с глубинными разломами северо-западного направления и что именно они выступают как поперечные ограничения продольных синклиналиев и антиклиналиев. Он показал, что места пересечения поперечных разломов с продольными наиболее подвижны и проницаемы, к этим зонам приурочены разломы более высоких порядков и различной ориентировки, сильная дислоцированность пород, интенсивный магматизм и метаморфизм.

Изучение секущих Урал структур, впервые начатое И.И. Горским (1958), имеет большое теоретическое и практическое значение. А.Г. Бакиров (1963), И.С. Огарин, М.А. Гаррис (1960), О.А. Нестоянова (1959) и другие авторы отмечали многочисленные случаи соответствия районов рудопроявлений и рудных узлов зонам пересечения северо-западных и меридиональных нарушений.

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЯСНОСТЬ В СТРОЕНИИ УРАЛА

Если меридиональные зоны глубинных разломов, как показали А.А. Пронин (1964, 1965), А.В. Пейве (1956), В.П. Горский (1964), А.И. Олли (1966), А.С. Перфильев (1968), Н.П. Херасков (1948, 1963, 1967) и другие исследователи, контролируют четко выраженную продольную зональность в строении складчатой системы Урала, то кососекущие Урал зоны глубинных разломов в значительной мере обусловили его поперечную зональность.

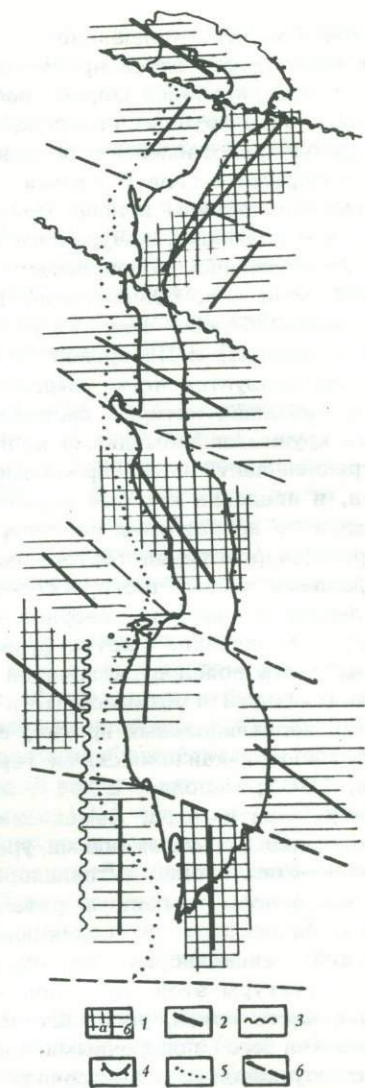
Нами были выделены следующие широтно-ориентированные тектонические пояса: Пай-Хойский, Печоро-Обский, Тимано-Тобольский, Глазовско-Кокчетавский, Верхнекамско-Кустанайский, Волго-Камский, Прикаспийско-Мугоджарский и Северокаспийско-Аральский (см. рис. 7).

Ниже приводится их краткая геологическая характеристика (рис. 19, см. рис. 9, 10).

Пай-Хойский тектонический пояс (I) геофизическими методами изучен недостаточно. На схеме зональных аномалий гравитационного поля он характеризуется минимумом силы тяжести. С юга он ограничен Усть-Обской зоной глубинного разлома (А).

Рис. 19. Схема элементов зональных аномалий физических полей Урала

1 - зоны максимумов (а) и минимумов (б); 2 - направление простираний аномалий; 3 - зоны сочленения аномалий разных простираний; 4 - границы складчатой области; 5 - западная граница Предуральяского краевого прогиба; 6 - секущие Урал корреляционные геотектонические зоны



В пределах пояса выделяются следующие структуры: поднятия гряды Чернова; Каратайский периклинальный прогиб, заполненный мощной (6-9 км) толщей осадочных образований палеозоя и мезозой-кайнозоя; Пай-Хойский антиклинорий, сложенный геосинклинальными образованиями уралид [во внешней части миогеосинклинальной зоны - западно-уральской карбонатной надформацией ($O-C_{1-2}$), во внутренней части - сланцевой (зилайской) формацией ($O-C_{1-2}$) (Херасков, 1963)]; Карский прогиб, заполненный угленосной и флишевой формациями палеозоя.

Простирание пояса, так же как и всех основных дислокаций, северо-западное, за исключением юго-восточной части, где структуры имеют уральское (северо-северо-восточное) простирание. Здесь структуры краевой зоны линейной складчатости уралид (частично) и структуры доуралид (Центрально-Уральского поднятия) как бы повернуты к долготным структурам под углом почти 90° и приняли пай-хойское направление. Характерно, что между этими разнонаправленными системами складчатости проходит Карский надвиг (Тектоническая карта Европы..., 1964) и что в этой же зоне происходит резкое изменение мощности земной коры - от 36-37 км (Пай-Хойская глыба) до 46-47 км (Северо-Уральская глыба).

Разрез восточной части пояса представлен дорифейскими эвгеосинклинальными образованиями доуралид, слагающими антиклинории Харбейский и Оче-Нырды, и эвгеосинклинальным комплексом уралид, развитым в пределах Щучинского синклинория. Возраст образований доуралид (гранитов и гнейсов Харбейского комплекса), развитых в пределах Собского и Харбейского поднятий, по определениям альфа-свинцовым методом в лаборатории РИ АН СССР, составляет 1670-2490 млн. лет. А.А. Пронин (1965) считает их одновозрастными карельским и нижнеархейским комплексам Балтийского щита. Для этой части пояса характерны значительные по размерам и амплитуде поперечные поднятия (Перфильев, Херасков, 1964; Перфильев, 1968; Херасков, 1967), часто меняются здесь простирания линейных структур. Наиболее значительными поперечными структурами являются Собское поднятие и Лонготюганская поперечная перемычка, которые находятся на юго-восточном продолжении гряды поднятий Чернова.

По данным Ю.Е. МолдавANCEVA (1963) и А.С. Перфильева (1968), интрузивные образования здесь представлены широким комплексом пород. Ультраосновные породы наиболее широко распространены в пределах Харбейского антиклинория в виде крупных гипербазитовых массивов и мелких тел серпентинитов. Гипербазиты представлены в основном дунитами и гарцбургитами и образуют лакколитообразные тела с узкими подводящими каналами (Херасков, 1967). Гранитоидные массивы и зоны метасоматической гранитизации, развитые в Харбейском антиклинории, приурочены к крупным шовным зонам и связаны с Собской и Лонготюганской поперечными структурами. Абсолютный их возраст 350–250 млн. лет. (Овчинников, 1963; Овчинников и др., 1964).

Печоро–Обский тектонический пояс (II) выделяется между Усть-Обской (с севера) и Печорской (с юга) зонами глубинных разломов. В целом пояс характеризуется четко выраженным северо–восточным направлением зональных аномалий, которые располагаются между двумя субширотно–ориентированными крупными аномалиями поля силы тяжести.

В средней части пояса прослеживается Березовская зона предполагаемого разлома, в пределах которой складчатая область Урала как бы повернута с меридионального направления на северо–восточное. По строению верхних слоев земной коры Печоро–Обский тектонический пояс подразделяется по линии Березовского разлома на две части – северную и южную.

На западе в границах северной части пояса выделяются Нарьян–Марское поднятие и Колвинский выступ фундамента, в южной – Печоро–Двинский прогиб. Северная часть пояса в складчатой области Урала ограничена поперечными поднятиями (Собским и Кожимским) и включает следующие структурные зоны: Воркутинский периклинальный прогиб, выполненный мощными (8–12 км) палеозойскими и мезозой–кайнозойскими терригенными образованиями (Фотиади, 1958; Гафаров, 1963; Неволин, 1961); зону краевых поднятий с антиклиналями Енгано–Пэ и Манита–Ныр; Лемвинский сланцевый синклиниорий, выполненный миогеосинклинальными отложениями уралид ордовикско–каменноугольного возраста; Центрально–Уралтауский антиклинорий, представленный крайне ограниченными (в виде узкой полосы) выходами рифейско–нижнепалеозойских образований и отделяющий Войкарскую эвгеосинклиналь от Лемвинского сланцевого синклиниория; Войкарский синклиниорий, заполненный эвгеосинклинальными образованиями уралид. Структуры этой части пояса имеют северо–восточное простирание.

Южная часть пояса, располагающаяся между Кожимским (на севере) и Тимаизским (на юге) поперечными поднятиями, включает: Печорский краевой прогиб; систему краевых и внутренних поднятий уралид миогеосинклинальной зоны, сложенных ордовикско–среднекаменноугольными образованиями, интенсивно смятыми в линейно–вытянутые складки (Перфильев, 1968); широкую зону выходов доуралид, представленных в Саблинском синклиниории вулканогенными образованиями, в Уралтауском антиклинории – эвгеосинклинальными образованиями; Хулгинский синклиниорий с присущими только ему образованиями: в среднем девоне – известняками, а в верхнем девоне – сланцево–вулканогенными формациями. В целом Хулгинский синклиниорий здесь представлен кулисообразно расположенными одна относительно другой синклиналями.

В пределах пояса широко развиты магматические комплексы гранитоидов, габброидов и гипербазитов раннепалеозойского возраста, имеются верхнепротерозойско–кембрийские интрузии (Горский, 1964). В пределах выделенных секущих Урал зон глубинных разломов развиты разноориентированные дайки и массивы габбро и гранитоидов в основном кембрийского возраста. Характерно, что к северу от Березовского разлома вдоль Центрально–Уралтауского глубинного разлома магматические породы, по данным И.Д. Соболева и Д.С. Штейнберга, представлены симатической группой пород ультрабазитовой ассоциации (дунит–гарцбургитовые породы). Ю.Е. МолдавANCEVA (1963) в этой зоне выделяет интрузии габбро–диорит–танталового комплекса, в составе которого преобладают кислые разности, прорывающие силурийско–нижнедевонские отложения. К югу от Березовского разлома развиты магматические породы базальтовой ассоциации, представленные интрузиями габбро, габбро–диабазов. Ю.Е. МолдавANCEVA отно-

сит эти интрузии к габбро-перидотитовой формации, которая представляет собой сложный многофазный интрузивный комплекс, сложенный в основном габброидами с подчиненными плагиогранитами и гипербазитами. Кроме того, на севере байкальские переработанные гранитоиды относятся к раннеорогенным, на юге — к позднеорогенным этапам проявления магматизма (Тектоническая карта Европы..., 1964).

Таким образом, по особенностям тектонического строения и составу вулканогенно-осадочных и магматических комплексов Обско-Печорский пояс разделяется на две части — северную и южную. Однако по характеру зональных аномалий, отображающих в общих чертах толщину земной коры, пояс представлен одной зоной, поэтому, несмотря на имеющиеся некоторые различия в строении верхних слоев коры, на что указывает и А.С. Перфильев (1968), нами выделяется единый Обско-Печорский тектонический пояс.

Внутри этого пояса в пределах Урала по поверхности Мохо выделяется Северо-Уральская глыба с увеличенной мощностью земной коры (46–47 км). От этой как бы центральной глыбы к востоку и западу наблюдается постепенное утонение коры соответственно до 39–38 и 37–36 км. Для западной части пояса (Русская платформа) характерно согласное положение поверхностей гранитного слоя и Мохо. Для восточной части (Западно-Сибирская плита) характерна обращенная форма глубинного рельефа, т.е. погружению кровли гранитного слоя соответствует подъем поверхности Мохо.

Центрально-Уральская зона глубинного разлома меридионального направления в пределах Обско-Печорского пояса представлена в основном системой кулисообразно расположенных крупных разломов. Распад единой зоны глубинного разлома на систему относительно непротяженных разломов особенно четко проявляется лишь в районах поперечных поднятий. В целом глубинный разлом достаточно хорошо трассируется по интрузивным массивам гипербазитов.

Тимано-Тобольский тектонический пояс (III) четко прослеживается по характеру строения зональных аномалий широтного направления. Охватывает он Кольский полуостров, Тиманскую складчатую область, наложенную ко-со относительно зоны пояса, северную половину Среднего Урала и зону Иртышского прогиба в пределах Западно-Сибирской плиты. Ограничивается он Печорской (с севера) и Серовской (с юга) зонами предполагаемых глубинных разломов.

В пределах Урала в состав пояса входят Северо-Уральский краевой прогиб, Западно-Уральская зона линейной складчатости, Богуйско-Уралтауский антиклинорий, северная половина Тагильского мегасинклинория, Урало-Тобольская и Зауральская зоны поднятий, перекрытые в пределах Туринского выступа доюрского фундамента мезо-кайнозойским осадочным чехлом мощностью до 1,5 км.

Северо-Уральский краевой прогиб располагается на платформенном основании (карбонатные отложения C_3-P_1) и заполнен морскими и континентальными молассовыми формациями перми и триаса. Общая мощность осадочных образований в пределах прогиба достигает 5–6 км (Херасков, 1967; Горский, 1964). Западно-Уральская система линейных складок представлена интенсивно дислоцированными палеозойскими (силур-нижне-среднекаменноугольными) отложениями миогеосинклинального типа (Западно-Уральская подформация, по Н.П. Хераскову). Складки узкие, запрокинуты или наклонены на запад, вытянуты в меридиональном направлении. Характерна большая ширина системы (Перфильев, 1968).

Обе продольные тектонические структуры (Северо-Уральский краевой прогиб и Западно-Уральская зона линейной складчатости) в пределах пояса ограничены Тимаизским (с севера) и Полюдовокражским (с юга) поперечными поднятиями.

Центрально-Уралтауский антиклинорий и система краевых и внутренних поднятий на севере и юге миогеосинклинальной зоны разделены между собой сланцевыми синклинориями (Лемвинским и Улс-Велсовским). Однако в границах Тимано-Тобольского пояса они соединяются в единый крупный Богуйско-Уралтауский антиклинорий и представлены здесь только образованиями эвгеосинкли-

нального типа. При этом для них характерны небольшие мощности эффузивов доуралид. Верхние члены их имеют более древний возраст, чем нижнеордовикский, что свидетельствует о древнем заложении структуры (Перфильев, 1968). В эвгеосинклинальной зоне (Тагильский синклиорий) уралиды представлены вулканогенными и рифогенно-известняковыми формациями силура и нижнего девона, а также терригенными и туфогенно-терригенными образованиями нижнего девона и карбона. С.Н. Волков (1960) указывает, что по направлению на север Тагильский синклиорий воздымается, а А.С. Перфильев (1968) выделяет значительный подъем основания синклиория в зоне Кытлымского габбро-перидотитового массива. Таким образом, по этим данным Тагильский синклиорий в границах Тимано-Тобольского тектонического пояса ограничен как с севера, так и с юга участками поперечных воздыманий.

В пределах пояса Центрально-Уральский глубинный разлом представлен единой зоной строго меридионального направления. Амплитуда смещения пород по разлому здесь больше, чем в Обско-Печорском поясе, на что указывает отсутствие выходов доуралид в Тагильском синклиории. Широко развиты здесь интрузии габбро-перидотитовой формации, представленные в основном габброидами, которым подчинены плагиограниты и гипербазиты. Последние слагают мелкие линзовидные тела.

В пределах Урала для пояса характерно некоторое утонение земной коры, толщина которой здесь не превышает 40-41 км. Геосинклинальные отложения уралид внешней части миегеосинклинальной зоны интенсивно дислоцированы в складки строго меридионального простирания, складчатость сжатая, линейная, часто развиты разрывные нарушения. В эвгеосинклинальной зоне уралид широко развиты габброиды силурийско-девонского возраста. Почти отсутствуют гипербазиты. В зоне развития байкалит (доуралид) отсутствуют интрузии гранитоидов, гораздо меньше они представлены и в Зауралье.

Глазовско-Кокчетавский тектонический пояс (IV), ограниченный Серовской (с севера) и Златоустовской (с юга) зонами предполагаемых глубинных разломов, особенно четко выделяется в пределах Русской платформы и складчатого Урала. Характеризуется пояс полосой максимумов зональных аномалий поля силы тяжести северо-западного направления.

На Русской платформе в границах пояса выделяются следующие структуры: Архангельский выступ и Онего-Двинский прогиб северо-западного простирания; серия чередующихся между собой прогибов (Яренский, Кожимский) и выступов (Сысольский, Коми-Пермяцкий) субмеридионального направления; Камский и Пермско-Башкирский выступы северо-западного направления.

Складчатая область Урала в границах пояса охватывает: а) Юрюзано-Сылвенский краевой прогиб, заполненный в основном верхнепалеозойскими и частично рифейскими образованиями общей мощностью до 5-6 км; б) Краевую зону линейной складчатости, представленную довольно узкой полосой развития геосинклинальных уралид мие- и эвгеосинклинального типов; в) систему краевых и внутренних поднятий, представленную Кваркушским антиклинорием и сложенную миегеосинклинальными образованиями доуралид; г) Улс-Велсовский сланцевый синклиорий, выполненный ордовикскими и силурскими отложениями; А.С. Перфильев (1968) границу между мие- и эвгеосинклиналями здесь проводит по оси этого синклиория; д) Центрально-Уралтаускую систему антиклинориев, сложенную образованиями доуралид эвгеосинклинального типа; е) Тагильский мегасинклиорий, заполненный в основном породами силурийско-нижнедевонского возраста эвгеосинклинального типа; ж) Урало-Тобольский мегантиклинорий, сложенный метаморфизованными эвгеосинклинальными образованиями доуралид, а также образованиями уралид нижнего структурного этажа ($O-D_2$) с массивами гранитов и гипербазитов и мелкими мульдами, сложенными визейскими известняками (Тектоническая карта Европы..., 1964).

На юго-восточном продолжении пояса в пределах Казахстана прослеживаются Северо-Казахстанский выступ, Кокчетавский антиклинорий, Восточно-Кокчетавский синклиорий и Ермантауский антиклинорий.

Для уральской части пояса характерна высокая сейсмичность. Здесь З.Г. Вейс-Ксенофоновой и В.В. Поповым (1940) оконтуривается зона землетрясений в

5–6 баллов. Земная кора значительно утолщена (45–47 км), в основном за счет раздува мощности базальтового слоя. Для тектонического пояса характерно широкое распространение выступов древних пород с абсолютным возрастом до 3200 млн. лет (Пронин, 1965). К ним относятся Тараташская, Губенская, Уфалейская, Ильменогорская и Салдино–Мурзинская структуры. На юго–восточном продолжении пояса, в пределах Северного Казахстана, располагается Кокчетавский массив, а на северо–западе, в пределах Балтийского щита, – беломорский комплекс гнейсов с абсолютным возрастом 2100–1700 млн. лет.

Для Тагильского мегасинклиниория и Центрально–Уралтауского антиклиниория (в границах пояса) характерно резкое сокращение поперечных размеров структур. Так, к югу от широты Нижнего Тагила область докембрийской миогеосинклинали в палеозойское время по существу потеряла типичный миогеосинклиналиный облик, а Тагильский мегасинклиниорий представлен неполным, не охватывающим этапы заложения и замыкания эвгеосинклиналиным разрезом. В целом складчатая область здесь наиболее сужена, осложнена многочисленными крупными разломами и представляет собой ряд сближенных, сравнительно узких клиньев. Широко развит силурийско–девонский ультраосновной и основной магматизм. Ультрабазитовый магматизм (из симатической группы) представлен в основном лишь в пределах зон глыбинных разломов, разделяющих между собой структуры первого порядка (мегасинклиниория и мегантиклиниория), а базальтовый магматизм (габброиды) наиболее обильно представлен в зоне Центрально–Уральского разлома. Урало–Тобольская зона поднятий характеризуется широким развитием кислых и щелочных пород того же возраста и палингенных гранитных массивов (Тектоническая карта Европы..., 1964).

Верхнекамско–Кустанайский тектонический пояс (V) ограничен с севера Златоустовской, с юга Североприкаспийской (на Урале) и Дюртюлинской (на платформе) зонами предполагаемых глубинных разломов. Тектонический пояс в пределах Урала характеризуется в целом минимумами аномалий поля силы тяжести меридионального направления.

На западе Русской платформы пояс включает: Мурманско–Иоканьчский массив карелид Карелии с возрастом около 2700 млн. лет (Ширульников и др., 1968); северную зону замыкания Московской впадины; на востоке платформы – Верхнекамскую впадину; в Зауралье – Кустанайскую седловину и в Казахстане – Тенгизскую, Джекказганскую впадины, расположенные между Актасским и Джаляир–Наймановским разломами (Суворов, 1963).

В пределах герцинской складчатой системы тектонический пояс охватывает в основном Южный Урал между поперечными поднятиями Каратау на севере и Домбровско–Карабутацким на юге. Здесь в границах пояса (Мамаев, 1965; Пронин, 1965; Дерябина и др., 1964; Огарин, 1968б; Перфильев, Херасков, 1964; Херасков, 1967; и др.) выделяются: а) Бельский краевой прогиб с глубиной залегания докембрийского фундамента 8–9 км; б) узкая, значительно уже, чем в пределах других поясов, Краевая зона линейной складчатости миогеосинклиналиных отложений уралид; в) Башкирский антиклиниорий, сложенный эв- и миогеосинклиналиными образованиями доуралид; г) Зилаирский сланцевый синклиниорий, сложенный миогеосинклиналиными, а в восточной части переходными к эвгеосинклиналиным образованиями уралид; д) Уралтауский антиклиниорий, представленный рифей–кембрийскими эвгеосинклиналиными образованиями; е) Магнитогорский мегасинклиниорий, заполненный эвгеосинклиналиными образованиями силурийско–среднекаменноугольного возраста; ж) Урало–Тобольская зона антиклиналиных поднятий, представленная метаморфизованными образованиями доуралид эвгеосинклиналиного типа и нижнего структурного этажа ($O-I_2$) уралид с массивами гранитоидов (в основном раннеорогенных) и гипербазитов; з) Аятский синклиниорий, выполненный теми же образованиями, что и Магнитогорский мегасинклиниорий; он менее прогнут, и здесь часты выходы на дневную поверхность складчатого комплекса доуралид и гранитных массивов.

На Южном Урале, в пределах границ пояса, выделяется (Огарин, 1968а, б) Западно–Уральская глыба с утоненной корой (36–37 км) и Магнитогорская глыба с утолщенной корой (41–42 км). Для пояса в целом здесь характерно

наличие наиболее полных (стратотипических) разрезов как докембрийских образований, представленных отложениями эв- и миогеосинклинальных типов, так и палеозойских эвгеосинклинальных образований. Складчатость пологая, нерезкая, крупные структурные формы типа мегантиклинориев и мегасинклинориев значительно меньше раздроблены разломами и имеют большую ширину, чем в пределах других поясов.

Наибольшим развитием пользуются образования каледонско-герцинских циклов магматизма, слабее представлены проявления байкальского магматизма. Ультрабазитовый магматизм развит в пределах зон глубинных разломов и представлен симатической группой пород дунит-гарцбургитовой ассоциации. Характерно, что в отличие от других поясов они широко развиты и в пределах западного склона Южного Урала.

Ультраосновные массивы вытянуты главным образом в субмеридиональном направлении, они приурочены к границам мегасинклинориев и мегантиклинориев. В западных зонах гипербазиты образуют тела больших размеров, чем в восточных; с омоложением толщ, окружающих гипербазиты, уменьшаются размеры тел и усиливается их серлентинизация. С.В. Москалева (1964) отмечает, что в дунит-гарцбургитовых телах первичные структуры представлены послойным чередованием полос дунитового и гарцбургитового состава, имеющих северо-западное простирание. Учитывая, что формирование северо-западных простираний свойственно эпохе карелид, С.В. Москалева время становления пород дунит-гарцбургитового состава связывает с этой эпохой.

В Уралтауском антиклинории в зоне развития толщ максютковского комплекса широко развиты эклогиты, а в Урало-Тобольском поднятии - комплекс гранитов нормального ряда, представленный биотитовыми гранитами, иногда гранодиоритами.

Волго-Камский тектонический пояс (VI) выделяется четко только в пределах Русской платформы. Он включает на западе Московскую синеклизу северо-восточного простирания, на востоке - Токмовский, Пугачевский, Оренбургский и Татарский выступы кристаллического фундамента. С северо-востока пояс ограничен Дюртюлинской, с юго-запада - Пачелмской и Североприкаспийской зонами предполагаемых глубинных разломов. Пояс характеризуется максимумами зональных аномалий северо-западного простирания, которым в магнитном поле соответствует зона массивных локальных аномалий высокой интенсивности с большими значениями горизонтальных градиентов.

В целом для пояса характерно относительно высокое положение поверхности Мохо (36-38 км) с согласным залеганием глубинных границ раздела и примерно с одинаковыми мощностями гранитного и базальтового слоев.

В пределах Урала пояс выражен слабо, особенно в строении глубинных слоев земной коры. Правда, Большекинельская зона глубинного разлома субширотного направления, разделяющая на платформе Татарский и Оренбургский выступы фундамента, прослеживается и в Уральской складчатой области, особенно в ее миогеосинклинальной части. Здесь она разделяет Приуральскую глыбу, выделенную нами в границах Верхнекамско-Кустанайского тектонического пояса, на два блока - Западно-Уральский и Мраковский. А.И. Олли (1966) выделяет здесь два широтных тектонических пояса. Нами же регион в целом отнесен, на основании характеристики физических полей, к ранее описанному Верхнекамско-Кустанайскому поясу. В наших построениях Волго-Камский пояс на востоке сочленяется с южной частью Верхнекамско-Кустанайского пояса по линии Приуральского разлома меридионального направления, прослеживающегося между Русской платформой и Предуральским краевым прогибом.

Прикаспийско-Мугоджарский тектонический пояс (VII) на Русской платформе включает Воронежскую антеклизу, Днепровско-Донецкий и Пачелмский прогибы, Прикаспийскую впадину, в Предуралье - Актюбинский периклинальный прогиб, на Урале - Мугоджары, в Зауралье и Казахстане - южную часть Тургайского и Чуйский прогибы. В характере зональных аномалий поля силы тяжести пояс выделяется по параллельно прослеживающимся максимумам и минимумам северо-западного и широтного простираний - на западе, меридионального - на Урале. Границы пояса проявляются изгибами изоаномал

и зонами сочленения аномалий разных простираний. С севера и юга он ограничен собственно Североприкаспийской и Южноприкаспийской зонами предполагаемых глубинных разломов.

Уральская складчатая область в пределах пояса погружается под мощный чехол молодых мезо-кайнозойских отложений. В Предуралье выделяется Актюбинский периклинальный прогиб, в восточной части которого преобладают линейные складки верхнего палеозоя; для западной части этого прогиба характерна соляная тектоника. Мощные толщи мезозой-кайнозоя, как отмечает А.И. Олли (1966), смяты здесь в складки платформенного типа. Отложения западного склона Урала приобретают эвгеосинклинальный облик и металлогению, характерную для уралид восточного склона.

В границах пояса совершенно не представлена зона краевых и внутренних поднятий и система сланцевых синклиналий. Метаморфические породы Центрально-Уралтауского антиклинория перекрыты мезо-кайнозойскими осадками.

Наиболее древние образования (доуралиды), развитые в Урало-Тобольском мегантиклинории, образуют здесь ядра ранней консолидации. Как отмечает А.А. Пронин (1965), возраст гранитов Кайрактинской интрузии, прорывающей гнейсовый комплекс Мугоджар, около 1460 млн. лет. Эти породы он синхронизирует с бердяушскими гранитами и гранитами нижнеготского комплекса Балтийского щита.

Магматизм представлен в Мугоджарах интрузиями габбро, в Урало-Тобольском мегантиклинории – гранитоидными и частично небольшими массивами дунит-гарцбургитов ультрабазитовой ассоциации.

Для поверхности Мохо характерен волнистый рельеф. Глубина залегания ее в границах пояса изменяется от 32–35 км в Предуралье до 42–44 км в Центральной зоне складчатой системы Южного Урала.

Северокаспийско-Аральский тектонический пояс (VIII) ограничен Южноприкаспийской (с севера) и Мангышлакской (с юга) зонами предполагаемых глубинных разломов. Уральская складчатая система полностью покрыта молодыми образованиями. Они охватывают бассейн Аральского (треугольного) поперечного выступа древнего фундамента (Абдулин, 1971), Северо-Устьюртский и Сырдарьинский верхнепалеозойские прогибы, заполненные моласовыми комплексами уралид верхнекаменноугольно-нижнетриасового возраста (Гарещкий, Шрайбман, 1960).

По строению зональных аномалий поля силы тяжести и аномалий полного вектора геомагнитного поля Уральская складчатая система прослеживается до Мангышлакской системы дислокаций. По этим данным, ширина складчатой области здесь приблизительно такая же, как и в северных районах; мощности осадочных образований, покрывающих палеозойское складчатое основание уралид, достигают 3–4 км (Северо-Устьюртский прогиб).

Судя по характеру зональных аномалий поля силы тяжести, в западном направлении тектонический пояс прослеживается через Ставропольское поднятие в область Украинского докембрийского щита. Для зональных аномалий гравитационного поля в границах пояса характерно понижение аномальных значений поля в направлении с запада на восток. В этом же направлении изменяется и толщина земной коры от 35–36 км (северная часть Каспийского моря) до 41–42 км (область Аральского моря).

* * *

Итак, краткий обзор строения земной коры Урала в границах выделенных тектонических поясов и данные о их распространении за пределы складчатой области Урала показывают, что поперечная зональность хотя и носит характер регионального явления, но даже в пределах Уральской складчатой области проявляется с неодинаковой четкостью. Наиболее ясно она выражена в пределах северо-западной и юго-восточной частей Русской платформы и в миеосинклинальной зоне Урала, менее четко – в Центральной части Русской платформы, в эвгеосинклинальной зоне Урала и в пределах Западно-Сибирской плиты. Ве-

роятно, это объясняется различной степенью переработки древнего структурного плана последующим тектогенезом. Характерно, что на Урале в областях, где герцинские дислокации меридионального направления были особенно напряженными, субширотная зональность наименее заметна и наиболее ясна в крайних и периклиналильных прогибах и в миогеосинклиналильной части Урала. В пределах Русской платформы (Московской синеклизы и западной части Волго-Уральской тектонической зоны), как отмечает Н.В. Неволин, С.В. Богданова и др. (1968), древние северо-западные дислокации в свою очередь переработаны системой нарушений позднего протерозоя.

Общие черты широтно-ориентированной поясности в строении Урала наиболее четко проявляются в характере зональных аномалий поля силы тяжести, отражающих ряд особенностей глубокого строения земной коры. Выделенные в границах тектонических поясов глыбы различаются между собой ориентировкой (направлениями), типом разреза коры и глубиной залегания поверхности Мохо (см. рис. 9, 10).

При этом отмечается чередование глыб (блоков) с утолщенной (46-47 км) и утоненной (36-41 км) корой. Так, согласно данным интерпретации геолого-геофизических материалов, мощность коры Северо-Уральской глыбы (I), выделенной в пределах Печоро-Обского тектонического пояса, ограниченного Усть-Обской (с севера) и Печорской (с юга) зонами глубинных разломов, составляет 45-47 км. Для Ивдельской глыбы (II), выделенной в границах Тимано-Тобольского пояса и ограниченной Печорским и Серовским глубинными разломами, характерна меньшая мощность коры, порядка 39-40 км. Верхнетуринская глыба (III) (Глазовско-Кокчетавский пояс) характеризуется увеличенной толщиной коры (43-47), Западно-Уральская (V) и Магнитогорская (IV) глыбы, выделенные на Южном Урале в границах Верхнекамско-Кустанайского тектонического пояса, имеют утоненную кору (36-41 км), а Мугоджарская (VI), отнесенная к Прикаспийско-Мугоджарскому поясу, - утолщенную кору (43-44 км). Кроме того, выяснилось, что в пределах глыб с утолщенной корой (Северо-Уральской, Верхнетуринской и Мугоджарской) поверхность базальтового слоя приподнята, более широко развиты гипербазиты дунит-гарцбургитовой формации, сложенной дунитами и гарцбургитами с преобладанием последних. Наоборот, в зонах утонения коры (Ивдельская и Магнитогорская глыбы) поверхность базальтового слоя, как правило, несколько погружается, а гипербазиты представлены в основном габбро-перидотитовой формацией, сложенной габброидами, которым подчинены плагиограниты и гипербазиты.

Широтно-ориентированные тектонические пояса зачастую различаются как по фациальному составу и мощности, так и по возрасту образований. Нижний возрастной предел уралид в разных тектонических поясах различен. Так, в пределах Верхнекамско-Кустанайского (Башкирский антиклинорий) и Глазовско-Кокчетавского (Кваркушинский антиклинорий) тектонических поясов граница доуралид и уралид проходит между докембрийскими (частично кембрийскими) и верхнеордовикскими отложениями (Перфильев, 1968). При этом, как показал А.И. Олли (1966), рифейские образования на Башкирском антиклинории представлены в их классическом выражении и мощности их большие, а в пределах Кваркушинского антиклинория мощности небольшие и эти отложения с трудом сопоставляются с доуралидами Южного Урала. Перерывы в осадконакоплении здесь более длительные. В северных районах (Тимано-Тобольский и Печоро-Обский тектонические пояса) нижние части уралид имеют более древний возраст (нижнеордовикский), чем в южных районах.

В пределах Глазовско-Кокчетавского и Верхнекамско-Кустанайского тектонических поясов доуралиды представлены как эв-, так и миогеосинклиналинными отложениями, в северных же тектонических поясах они сложены в основном только отложениями эвгеосинклиналильного типа, а в южном, Прикаспийско-Мугоджарском тектоническом поясе образования уралид миогеосинклиналильного типа вообще неизвестны (Перфильев, 1968). При этом в широтном направлении граница между мио- и эвгеосинклиналинными образованиями проходит на Южном Урале в зоне Башкирского антиклинория, а на Среднем Урале - по Улс-Велсовской шовной синклинали.

Тектонические пояса различаются по фациальному составу, мощности стратиграфических подразделений и структурным формам образований миегеосинклинальной зоны. Так, на севере, в пределах Печоро-Обского пояса, в Лемвинском синклинии, ордовикские отложения ложатся с резким угловым несогласием на рифейско-нижнепалеозойские отложения и представлены переслаиванием алевролитов, глинистых сланцев, глинистых известняков. Мощности их здесь небольшие. Лемвинским синклинием узкая зона выходов доуралид антиклинория Уралтау отделяется с запада от системы краевых и внутренних поднятий, перекрытых здесь более молодыми образованиями Воркутинского периклиналиного прогиба.

Южнее, в Глазовско-Кокчетавском тектоническом поясе, Уралтауский антиклинорий отделяется от Кваркушинского антиклинория Улс-Велсовским синклинием, представляющим древнюю шовную синклиналь, заполненную впоследствии ордовикскими и силурийскими отложениями уралид. Улс-Велсовский сланцевый синклиний замыкается на широте поперечного поднятия Полюдова кряжа, и севернее, в пределах Тимано-Тобольского пояса, он не представлен. Здесь Уралтауский антиклинорий и зона краевых и внутренних поднятий образуют единый крупный Вогульско-Уралтауский антиклинорий.

В Верхнекамско-Кустанайском тектоническом поясе Уралтауский антиклинорий вновь отделяется от зоны краевых и внутренних поднятий (Башкирского антиклинория) Зилаирским синклинием, который здесь начал развиваться с верхнего ордовика и силура (Херасков, 1967). Синклиний сложен (Келлер, 1949) сланцевой, аспидной, флишевой формациями и морской молассой. В пределах самого южного, Прикаспийско-Мугоджарского, тектонического пояса зона сланцевых синклиниев не представлена, а Уралтауский антиклинорий погружается под мощную толщу молодых мезо-кайнозойских осадков.

Наиболее резко тектонические пояса различаются по строению Предуральских краевых и периклиналиных прогибов. В пределах Пай-Хойского и Печоро-Обского (на севере) и Прикаспийско-Мугоджарского (на юге) тектонических поясов периклиналиные прогибы имеют среднепалеозойское основание. В Актюбинском периклиналином прогибе молассовые отложения перми перекрывают (южное продолжение) зоны развития краевых поднятий Зилаирского сланцевого синклиния и Уралтауского антиклинория. На севере Воркутинский и Каратаихский прогибы, выполненные пермскими молассовыми и угленосными отложениями и на большей части перекрытые мезо-кайнозойскими образованиями, располагаются также в области развития краевых поднятий и Лемвинского синклиния.

Для Бельского краевого прогиба, расположенного в границах Верхнекамско-Кустанайского пояса, характерна относительно небольшая ширина прогиба, пестрая структура, обусловленная гипсо-соленосными образованиями кунгура. В Юрюзано-Сылвенском прогибе (Глазовско-Кокчетавский пояс) платформенные фации верхнего палеозоя далеко вдаются в область западного склона Урала, зона прогиба здесь широкая, образования перми смяты в пологие складки, развиты мощные толщи калийных солей. Характерной чертой Северо-Уральского прогиба (Тимано-Тобольский пояс) является то, что выходящие из-под пермских нижнепалеозойские образования интенсивно дислоцированы в узкие складки меридионального простирания. Этот прогиб наиболее ярко выражен и имеет самую большую ширину.

В эвгеосинклинальной зоне палеозойский разрез осадков наиболее полно представлен в Верхнекамско-Кустанайском поясе — в Магнитогорском мегасинклинии (Херасков, 1967). Для Тагильского мегасинклиния (Глазовско-Кокчетавский пояс) характерен неполный разрез, который венчается узко локализованными отложениями низов девона. Мегасинклиний значительно сужен, особенно в южной части пояса. Слагающие его образования разорваны многочисленными сближенными разломами, складки довольно крутые, тогда как в пределах Магнитогорского мегасинклиния складки пологие, менее раздроблены разломами, имеют большую ширину.

На востоке эвгеосинклинальной части Урала поперечная зональность проявляется в резком погружении и замыкании основных структурно-фациальных

зон. При этом погружение под мезо-кайнозойские осадки Урало-Тобольского мегантиклинория в пределах Тимано-Тобольского тектонического пояса, Лятско-го мегасинклинория и Урало-Тобольского мегантиклинория в границах Прикаспийско-Мугодзарского пояса совпадает в плане с зонами предполагаемых глубинных разломов, разделяющими тектонические пояса.

Отличаются один от другого по строению и синклинории Щучьинский, Войкарский и Хулгинский, выделенные С.Н. Волковым (1964) и расположенные в пределах Пай-Хойского и Печоро-Обского тектонических поясов. Так, силурийско-нижнедевонские отложения Войкарского синклинория отличаются от одноименных отложений, выделенных в Тагильском и Щучьинском синклинориях, отсутствием нижнедевонской рифогенно-известняковой формации. Различаются они и по строению верхнего структурного подэтажа (D_2-C_1).

Рассматривая строение зеленокаменных синклинориев (Тагильского, Войкарского и Щучьинского), А.С. Перфильев (1968) и Н.П. Херасков (Тектоническая карта Европы ..., 1964) отмечают, что "для времени формирования верхнего структурного подэтажа (среднедевонско-нижнекаменноугольных отложений. - И.О.) можно говорить о существенных отличиях в развитии всех четырех выделенных синклинориев" (Перфильев, 1968, стр. 151). При этом С.Н. Волков (1960, 1964), А.С. Мельников (1960), М.Е. Раабен (1959) отмечают, что в период заложения этих прогибов (в эвгеосинклинальной зоне) уже существовали поперечные поднятия, разделяющие Тагильскую, Войкарскую и Щучьинскую геосинклинали.

Как указывалось выше, зоны глубинных разломов, являющиеся границами выделенных тектонических поясов, в Предуральском краевом прогибе проявляются четкими поперечными поднятиями. На восточном склоне Урала эти зоны совпадают с участками замыкания синклинориев или погружения антиклинориев. Кроме того, отмечено, что к зонам глубинных разломов, отделяющих один тектонический пояс от другого, приурочена смена простираний складчатых систем, а в некоторых случаях - смена направления всего складчатого комплекса Урала в целом. При этом, как правило, в местах пересечения уральской складчатой системы с косесекущими разломами обнажаются выступы докембрийских пород основания.

Приведенные выше характерные особенности строения тектонических поясов, по-видимому, связаны с долгоживущими зонами глубинных разломов, заложившимися задолго до герцинского этапа развития земной коры, и обусловлены ими. Эти зоны разломов в эвгеосинклинальный этап развития Уральской складчатой системы проявились с разной интенсивностью и оказывали влияние на характер, режим и направленность тектонических движений, а также на характер осадконакопления. А.И. Олли, рассматривая историю геологического развития отдельных широтных поясов западного склона Южного Урала, отмечает, что "обособленные тектонические движения их относительно друг друга происходили еще в очень древние геологические времена и с различной интенсивностью продолжались во все периоды палеозоя, мезозоя и кайнозоя" (1966, стр. 39). Эти зоны в неоген-четвертичное время испытали омоложение, о котором свидетельствуют исследования В.П. Трифонова и В.Л. Яхимович. Все это позволяет говорить о значительной роли северо-западной системы глубинных разломов в развитии как Уральской геосинклинальной области, так и прилегающих к ней территорий.

О ПОГРЕБЕННЫХ ГРАНИЦАХ УРАЛЬСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

В последние годы были созданы схемы строения фундамента восточной части Русской платформы и Западно-Сибирской плиты, при составлении которых были привлечены материалы геофизических исследований. Так, строение севера Русской платформы с привлечением данных аэромагнитной съемки рассмотрено в работе Р.А. Гафарова (1963). Строение фундамента восточной части Русской платформы на основании анализа данных гравиметрии и магнитометрии освеще-

но в работах Э.Э. Фотиади (1958), И.С. Огарина (1957, 1964), В.А. Клубова (1968), А.Я. Яроша (1964) и др. Основные черты глубинной тектоники Прикаспийской синеклизы охарактеризованы в работах В.С. Журавлева (1960) и Н.В. Неволина (1951). Строение северной части Туранской плиты (Западный Казахстан) и Западно-Сибирской плиты рассмотрено в работах Р.Г. Гарещкого и В.И. Шрайбмана (1960), Г.И. Каратлева (1960), Л.Я. Проводникова (1967), В.С. Суркова (1967, 1968) и др.

Погребенные структуры Уральской складчатой области глубоким бурением не изучены, поэтому основным источником информации являются данные геофизических исследований, позволяющие судить если не о возрасте, то по крайней мере о структурных соотношениях, а следовательно, и о возможной разновозрастности складчатых систем, слагающих Урал и прилегающие к нему регионы. Так, анализ распределения аномалий поля силы тяжести и аномалий полного вектора геомагнитного поля с учетом данных глубинного сейсмического зондирования и глубокого бурения позволил нам наметить основные черты строения рассматриваемой территории, а также установить примерные границы распространения возможно разновозрастных складчатых систем, подстилающих осадочные комплексы отложений Русской платформы и складчатого Урала.

На общей картине строения аномалий физических полей (см. рис. 5) намечаются четыре области с различным направлением систем аномалий, отличающихся по интенсивности, размерам и форме. В западной части рассматриваемой территории для аномалий этих полей, как локальных, так и зональных, характерны в основном северо-западное и субширотное направления. Здесь наряду с крупными "массивными" аномалиями прослеживаются и "линейно-полосовые" аномалии субширотного и северо-северо-восточного направлений, отображающие "корни" древних складчатых сооружений, морфологию их поверхностей и простирание. В северной части этой области, соответствующей Тимано-Печорскому региону, аномалии физических полей принимают северо-северо-западное направление, что указывает на изменение простираний складчатых комплексов, слагающих фундамент этого региона.

С востока вся описываемая область аномалий субширотного и северо-западного направлений ограничивается системой аномалий меридионального и субмеридионального простираний, которая в целом соответствует современному Уралу. С юго-востока к ней примыкает область развития концентрически расположенных аномальных полос, как бы опоясывающих Северный Казахстан и продолжающихся в северном направлении в пределы Западно-Сибирской плиты. Еще восточнее аномалии приобретают меридиональное (на севере) и субширотное (на юге) направления.

Исходя из этой общей картины простираний аномалий физических полей (см. рис. 5) с учетом поведения осредненных аномалий (см. рис. 7) и особенностей характера аномалий полного вектора геомагнитного поля (см. рис. 6), а также на основании имеющихся геологических материалов, мы выделяем ряд областей, для которых характерны складчатости разных простираний, видимо отвечающих разновозрастным складчатым системам. Представляется при этом, что некоторые из них подвергались геосинклинальной переработке несколько раз, сохранив от более древних проявлений складчатости лишь небольшие реликты. Возраст выделенных систем принимался нами на основании представлений, принятых в геологической литературе.

Итак, в западной части рассматриваемой территории (рис. 20) выделяется область карельской складчатости. Она прослеживается к западу (за пределами нашей схемы) и примерно совпадает с выделенным Н.С. Шатским (1946) внутрикарельским массивом. С востока к ней примыкает область развития таратанской складчатости. В строении аномалий полного вектора геомагнитного поля для нее характерна зональность субширотного направления (см. рис. 6).

Кристаллический фундамент в этой области залегает глубоко, под мощными толщами рифейских образований. Характеризуется он резко повышенными значениями граничных скоростей и субмеридиональным (уральским) направлением региональных аномалий поля силы тяжести.

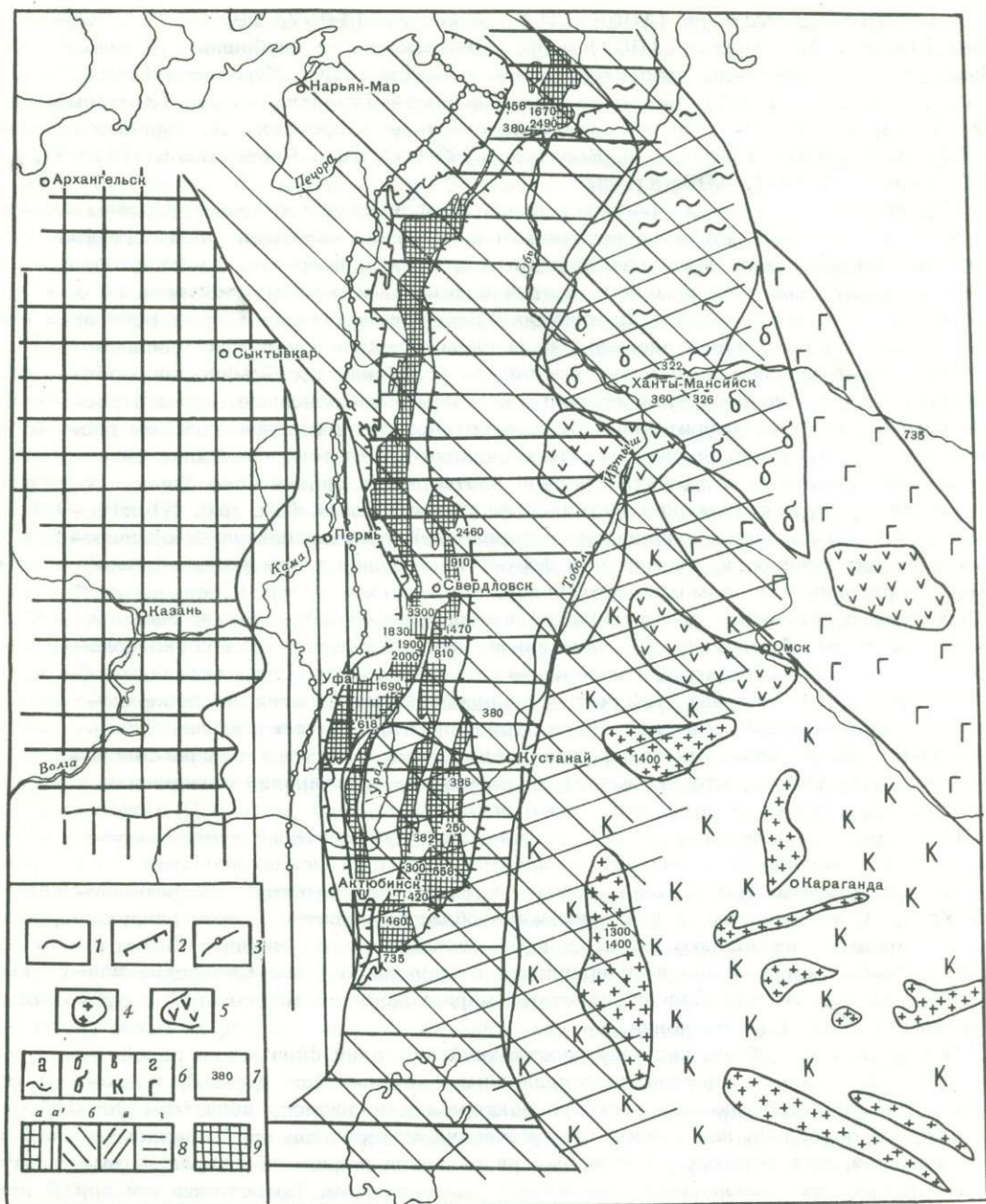


Рис. 20. Схема возрастного расчленения складчатых сооружений Урала

1 - границы между разновозрастными складчатыми системами; 2 - границы выхода на дневную поверхность Уральской складчатой области; 3 - западная граница Предуральского краевого прогиба; 4 - раннепалеозойские поднятия, сложенные метаморфическими толщами докембрия (по А.И. Суворову) и породами архей-протерозоя (по Р.А. Борукаеву, Е.Д. Шлыгину); 5 - докембрийские массивы (по Н.Н. Ростовцеву и др.); 6 - архейские или раннепротерозойские (а), байкальские (б), каледонские (в), герцинские (г) складчатые зоны (по Н.Н. Ростовцеву); 7 - абсолютный возраст горных пород (в млн. лет); 8 - области распространения разновозрастных складчатостей: а - карельской (а - тараташской), б - байкальской, в - каледонской, г - герцинской; 9 - байкальские переработанные ядра

Установлено, что блоки фундамента на западе, в области карельской складчатости, имеют четко выраженное северо-западное и субширотное простирания и ограничены зонами глубинных разломов (Огаринов, 1957; Годин, 1958; Ярон, 1964; и др.). Зоны разломов часто сопровождаются габбро и габбро-норитовыми массивами, образовавшимися в заключительный этап карельской складчатости. Как было отмечено выше, по данным С.В. Москалевой (1964), первичные структуры гипербазитовых массивов Крака, развитых в пределах миогеосинклинальной зоны Южного Урала, характеризуются послынным чередованием полос дунитового и гарбургитового состава с отчетливой гнейсовидностью перидотитов, имеющей северо-западное (субширотное) простирание. Уральское наплавление в строении этих массивов свойственно лишь вторичным структурам — зонам дробления и расслаивания. С.В. Москалева (1964), так же как А.Д. Архангельский (1947) и И.И. Гарань (1960), относит образование северо-западных и субширотных простираний первичных структур (в массивах Крака) к карельской эпохе. Она отмечает, что в период образования гипербазитовой формации (типа массивов Крака) Урал как геосинклинальная система не существовал, так же как не был заложен и Центрально-Уральский глубинный разлом.

Северо-западное и субширотное простирания первичных структур массивов Крака хорошо согласуются с направлениями зон глубинных разломов, вдоль которых широко распространены массивы габбро и габбро-норитов. В то же время эти направления разломов и блоков фундамента хорошо совпадают с простираниями аномалий геомагнитного поля, развитыми в миогеосинклинальной зоне Южного Урала и в пределах Тараташского структурного комплекса. Поэтому оказалось возможным сопоставить образования фундамента рассматриваемой области с тараташским комплексом и отнести их становление к одному из ранних этапов развития карельской складчатости.

Данные определения абсолютного возраста горных пород восточной окраины Русской платформы и Южного Урала (Гаррис, 1964, 1966; Овчинников, 1963; Овчинников и др., 1964; Ступников и др., 1962; и др.) показывают, что в пределах Оренбургского и Татарского выступов докембрийского фундамента граниты, прорывающие нижнепротерозойские образования, имеют возраст 2320–2570 млн. лет. Возраст гнейсовых комплексов габбро-норитов, развитых в зоне аномалий Буге и Δ Та северо-восточного и субширотного простираний, — 1900–2180 млн. лет (беломорский этап); возраст метаморфических гнейсов из зоны аномалий северо-западного простирания — 1650–1800 млн. лет (карельский этап). Образования тараташского комплекса имеют абсолютный возраст от 1830 до 3300 млн. лет. Сопоставление этих данных с характером строения аномалий Буге и Δ Та зоны тараташской складчатости позволяет с некоторым приближением относить тараташскую складчатость (вслед за Гаранем) к ранней фазе карельской складчатости.

Западная граница тараташской складчатости может быть проведена по резкой смене граничной скорости распространения упругих волн от поверхности фундамента, совпадающей с зоной сгущенных изоаномал, в полосе сочленения аномалий геомагнитного поля разных простираний, вдоль восточных окончаний Оренбургского и Татарского выступов фундамента.

Восточная граница области развития тараташской (карельской) складчатости менее определена, так как на востоке эта область испытала значительную переработку во время байкальского и герцинского, а возможно и каледонского (?), этапов складчатости. Наиболее четко эта граница может быть прослежена вдоль оси Зилаирского мегасинклинория, с которой, по данным авторов Тектонической карты Европы... (1964), совпадает граница развития эв- и миогеосинклинальных зон. В пределах Среднего Урала восточная граница тараташских образований совпадает, в первом приближении, с западной границей складчатого Урала. На геофизических полях она прослеживается по зоне сочленения аномалий магнитного поля разных простираний, совпадающей с полосой сгущенных изоаномал (гравитационной ступенью).

С востока область проявления тараташской складчатости ограничивается областью развития байкальской складчатости. Строение байкалид изучено недоста-

точно, так как на поверхность они выходят на ограниченных участках и в значительной степени переработаны более поздними этапами тектогенеза. Вопрос о границах распространения байкальского складчатого комплекса также рассматривается по-разному. Основные разногласия вызывает возраст фундамента Тимано-Печорской области. Одна группа исследователей (Архангельский и др.) относит ее к Русской платформе, другая (Борисяк и др.) — к Уральской геосинклинали, а третья группа (Шатский, Наливкин) считает Тимано-Печорскую область послебайкальской платформой.

А.А. Малахов (1940) связывает наблюдающиеся в образованиях древних свит (свита М) Тимана северо-восточные простирания с заключительной фазой байкальского тектогенеза, происшедшей либо в низах кембрия, либо в конце протерозоя. Северо-западное (тиманское) простирание он считает результатом проявления раннекаледонской эпохи складчатости (салаирская фаза).

Очень интересны представления Н.П. Хераскова (1967). Он пишет, что в конце докембрия (рифей) Тимано-Пай-Хойская система являлась, вместе с Уралом, единой складчатой областью (байкалиды), которая огибала древнюю Русскую платформу. Герцинская складчатая система Урала имела уже другую границу, которая может быть определена по положению краевого прогиба. Р.А. Гафаров (1963), принимая эту концепцию Н.П. Хераскова и рассматривая вопрос о внутреннем строении и вещественном составе пород фундамента и их отражении в характере аномалий гравитационного и магнитного полей, выделяет следующие области:

1) область карельской складчатости, в пределах которой оконтуриваются: а) архейские массивы, такие, как Волго-Уральский, охватывающий зоны Пермско-Башкирского и южной вершины Татарского выступов, Верхнекамской и Абдулино-Серноводской впадин и Предуральского краевого прогиба; б) карельские складчатые зоны — Предтиманье, северная вершина Татарского выступа;

2) область байкальской складчатости с миогеосинклинальными и эвгеосинклинальными зонами.

Рифейские образования, выходящие на дневную поверхность на Тимане и в целом ряде районов Урала, представлены двумя формациями — миогеосинклинальной и эвгеосинклинальной. По характеру локальных аномалий гравитационного и магнитного полей и по ряду других геофизических признаков зону развития байкальских складчатых сооружений можно проследить под платформенными чехлами и под складчатыми палеозойскими образованиями.

Признание байкальского возраста складчатости фундамента на Тимане (Шатский, 1940, 1946; и др.) и установление связи аномалий гравитационного и магнитного полей с внутренним строением фундамента (Гафаров, 1963) позволили нам (на основе сопоставления и корреляции геофизических аномалий и прослеживания границ сочленения систем аномалий разных направлений, характеризующих расположение разновозрастных складчатых систем) наметить границы развития байкальских складчатых сооружений.

Западная граница байкалид (тиманид) в северной части территории совпадает с юго-западной границей Тимана. Байкалиды охватывают всю Тимано-Печорскую область вплоть до складчатого Урала. На Урале тиманиды выделяются как байкальские древние переработанные ядра (Тектоническая карта Европы..., 1964). Байкальская складчатость имеет северо-северо-западное направление. Правда, это направление четко выражено только в пределах Северного и Полярного Урала. Не исключено, что к югу оно становится меридиональным, т.е. согласным с последующими структурами герцинид (Олли, Романов, 1959; Тектоническая карта Европы..., 1964). Вместе с тем отмечается (Пронин, 1964) северо-западное простирание структур ($320-340^\circ$) в древних свитах Южного Урала. Последнее, вероятно, свидетельствует о первоначальном тиманском направлении всей системы приуральских байкалид.

В Зауралье, в фундаменте Западно-Сибирской плиты и в Казахской складчатой области, участки развития байкальской складчатости намечаются по выходам переработанных докембрийских массивов и отчасти на основании сравнительных гравимагнитных данных (Ростовцев, Трофимук, 1963; Суворов, 1964; и др.).

Вопрос о проявлении на Урале каледонской складчатости вызывает разногласия. По мнению ряда исследователей (Яншин, 1966; и др.), каледонская складчатость, широко проявившаяся в Северном Казахстане, не выражена в виде самостоятельного тектонического цикла на Урале и на значительной части будущей Западно-Сибирской плиты.

В отличие от этого А.А. Пронин (1964) считает, что современная степень геологической изученности Урала позволяет четко выделить как каледонский, так и варисский тектонические циклы. В частности, по его представлениям, на Урале выражен самостоятельный каледонский магматический цикл с широким развитием к его концу гранитоидов. Промежуточную позицию занимает Д.В. Наливкин (1962), отметивший несомненное проявление каледонской складчатости на восточной окраине Урала и Мугоджар. С другой стороны, он считает, что на самом Урале несогласия, соответствующие каледонской складчатости, отсутствуют, несмотря на наличие следов длительных перерывов в осадконакоплении. Возможным доказательством проявлений каледонского тектогенеза в осевых зонах Урала, по Д.В. Наливкину, служат ранне-среднепалеозойские ультраосновные и кислые интрузии, к западу от которых развиты только докембрийские (байкальские) гранитоиды, а к востоку простирается зона мощных герцинских интрузивов.

В пределах Западно-Сибирской плиты развит гетерогенный фундамент (Сурков, 1963, 1968; и др.), но наибольшим развитием пользуется зона герцинской консолидации, на что указывают данные определения абсолютного возраста горных пород (Бочкарев, Ягофарова, 1968).

Зона развития каледонской складчатости четко выделяется полосовыми аномалиями физических полей, концентрически опоясывающими область Северного Казахстана (см. рис. 5, 6). По строению физических полей можно предположить ее развитие, кроме Северного Казахстана, в западной части Западно-Сибирской низменности (район Ханты-Мансийска). Здесь наблюдается "узел" аномалий поля силы тяжести разных направлений, аналогичный Северо-Казахстанскому (район Кокчетав). Однако поскольку зона складчатости одного возраста может по простиранию постепенно сменяться зоной складчатости другого возраста (Тектоническая карта Евразии ..., 1966), то возможно, что эта однотипность строения физических полей объясняется тем, что здесь герцинская складчатость имеет одинаковое простирание с казахстанскими каледонидами, и в этом случае аномалии Буге характеризуют простирание разновозрастных систем складчатости.

Следовательно, выделение области проявления каледонской складчатости в пределах Урала и Западно-Сибирской плиты представляет большие затруднения и границы ее развития намечены весьма условно.

Западная граница герцинид проводится по системе Предуральских краевых и периклинальных прогибов, отделяющих Урал от Русской платформы. Труднее установить восточную границу герцинской складчатости. Анализ геолого-геофизических материалов позволяет с некоторым приближением провести ее по резкому изменению направлений геофизических аномалий. Зоны локальных аномалий гравитационного поля с простираниями, характерными для герцинид Урала, прослеживаются на восток до полосы развития "узлов" концентрических аномалий, отвечающих зонам каледонской складчатости. В этой же зоне резко изменяются и направления аномалий геомагнитного поля (рис. 21, см. рис. 6), которые здесь могут быть обусловлены только неоднородностью в магнитном отношении комплексов пород кристаллического основания, указывающих на изменение простирания систем складчатостей фундамента.

Изменение направления аномалий геомагнитного поля наблюдается вдоль всего восточного склона Урала, но особенно в северной и средней его частях. Здесь аномалии преимущественно уральского направления, характерные для восточного склона Урала, четко отделяются от аномалий северо-западного направления, развитых в пределах Западно-Сибирской плиты. Эта граница образует в плане ряд уступов: то она вдавливается далеко на восток - в область Западно-Сибирской плиты, то на запад - в область складчатого Урала. Характерно, что

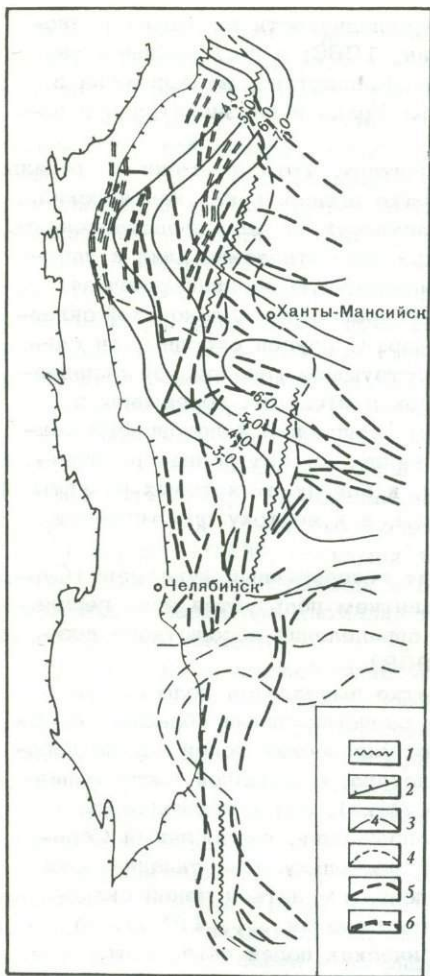


Рис. 21. Геолого-геофизическая схема восточного склона Урала

1 - предполагаемая, по геолого-геофизическим данным, восточная граница Уральской складчатой системы; 2 - границы выхода на дневную поверхность Уральской складчатой области; 3 - изолинии по поверхности допалеозойского фундамента (в км) (по Г.И. Каратаеву); 4 - изоаномалы регионального поля силы тяжести; 5 - основные простирания осей магнитных аномалий; 6 - контуры структур в палеозойских образованиях

вдоль этой границы происходит изменение строения и зональных аномалий гравитационного поля, отображающих в общих чертах строение земной коры в целом. Как показали исследования Г.И. Каратаева (1960), здесь же наблюдается интенсивное погружение поверхности допалеозойского кристаллического фундамента.

С учетом приведенных выше особенностей строения физических полей, а также геологических материалов восточная граница распространения герцинской складчатой системы нами проведена в зоне сочленения систем геофизических аномалий разных направлений. В пределах Южного Урала она совпадает с отмечанным на Международной тектонической карте Европы погребенным разломом восточного ограничения уралид.

Восточная граница области развития уральских герцинид является в то же время, вероятно, и границей герцинской эвгеосинклинали. Западная граница эвгеосинклинали довольно условна и проводится большинством исследователей вдоль восточного крыла мегантиклинория Уралтау, по зоне Центрально-Уральского глубинного разлома. Только на Южном Урале в отношении этой границы мнения исследователей расходятся. Одни авторы (Вецлер и др., 1964) продолжают ее вдоль восточного крыла антиклинория Уралтау, другие (Олли, Романов, 1959; Тектоническая карта Европы..., 1964) показывают несколько западнее - вдоль оси Зилаирского синклинория. В этом случае она совпадает с восточной границей развития тараташской складчатости. На наш взгляд, последний вариант заслуживает большого внимания, так как восточная половина Зилаирского синклинория сложена образованиями эвгеосинклинали типа (см. выше). В его пределах, а также на Сакмарской и Кракинской горст-синклиналих (по И.С. Огарину) широко развиты магматические образования.

Таким образом, в пределах рассматриваемой территории можно проследить изменение азимута простираний складчатости от северо-западного и широтного, характерных для более древней карельской складчатости, до северо-северо-западного простирания байкалид и меридионального направления уралид. Представляется при этом, что некоторые области подвергались переработке неоднократно, т.е. были охвачены тектогенезом нескольких этапов и сохранили от более древних складчатостей лишь небольшие реликты.

Составленная нами схема расположения складчатых областей (см. рис. 20) в общих чертах не расходится с представлениями, имеющимися в литературе, за исключением строения отдельных регионов, где нами на основании истори-

ко-геологического анализа физических полей были пересмотрены границы между разновозрастными складчатостями. Так по-новому оценивается возраст фундамента самой восточной окраины Русской платформы, где выделяется область развития тараташской складчатости, являющейся одним из этапов карельского тектогенеза. Несколько увеличена по сравнению с имеющимися схемами область развития байкальской складчатости, в которую включены Тимано-Печорская зона и значительная часть Западно-Сибирской плиты и Казахстана.

Представленная схема является лишь одним из возможных вариантов расположения разновозрастных систем складчатости в пределах Урала и прилегающих к нему территорий. Тем не менее разработка ее показала необходимость привлечения для решения таких вопросов материалов геофизических исследований, позволяющих проследить поведение складчатых систем под осадочным покровом.

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ МЕСТА ЗАЛОЖЕНИЯ СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЫ НА УРАЛЕ

Урал — типичная геосинклиальная область с мио- и эвгеосинклиальными зонами, прослеживающимися вдоль всей складчатой системы. При этом эвгеосинклиналь Урала является своеобразным эталоном фемического геосинклиального прогиба. Глубинное строение фемических эвгеосинклиналей, представляющих важнейшие области развития месторождений меди, железа, хромитов, никеля, золота и других полезных ископаемых, достаточно полно нигде в мире не изучено. Весьма проблематичны механизм становления и глубина образования магматических очагов, а также "базальтизирующее" и, может быть, "гранитизирующее" воздействие их магм на вмещающие породы. Не определены глубинные источники оруденения и особенности строения корневых частей рудоносных зон. Во многих случаях до конца не ясны генетические связи важных промышленных типов месторождений с габброидными или гранитоидными магматическими формациями и не выяснены многие другие стороны металлогении Урала.

Составление научно обоснованных металлогенических прогнозов на Южном Урале, как и в любой другой области, требует достоверных знаний о строении и составе глубинных зон земной коры, а также о природе и характере эндогенных процессов — тектонических, магматических и метаморфических, сопровождающихся миграцией и концентрацией химических элементов, формированием месторождений полезных ископаемых. Наиболее полные сведения по этим вопросам можно получить путем сверхглубокого бурения с последующей обработкой полученной информации в комплексе с данными геологических, геофизических и геохимических исследований верхней части земной коры. В связи с постановкой таких задач возникает необходимость выбора наиболее рационального места заложения сверхглубокой скважины и обсуждения задач, которые должны быть ею решены.

Задачи сверхглубокого бурения в наиболее общем виде сформулированы Н.А. Беляевским и В.В. Федьнским (1961). Они рассматривались многими исследователями (Булашевич и др., 1965; Халевин, Малахов, 1963). Применительно к Уральской геосинклиальной области эти задачи сводятся к выяснению следующих основных вопросов строения земной коры:

- 1) мощность, состав и последовательность залегания горных пород геосинклиального разреза;
- 2) нарастание степени метаморфизма и дислоцированности геосинклиальных образований с глубиной;
- 3) глубина распространения эндогенных месторождений и вертикальная металлогеническая зональность;
- 4) возможные источники рудных растворов и органического вещества в земной коре;
- 5) характер переходной зоны от герцинского структурно-формационного комплекса к более древним складчатым сооружениям в области палеозойского

эвгеосинклинального прогиба; наличие и состав промежуточных слоев между палеозоем и протерозоем; фациальный состав доуралид, слагающих догерцинское складчатое основание Тагило-Магнитогорского прогиба;

6) мощность и состав образования гранитного слоя; наличие явлений гранитизации и базификации в глубоких горизонтах геосинклинальных областей;

7) особенности и природа переходной зоны от "гранитного" слоя к "базальтовому" и состав образований "базальтового" слоя;

8) физические свойства пород геосинклинальной части разреза "гранитного" и "базальтового" слоев, физико-химическое состояние пород на различных глубинах; природа физических границ раздела.

Полнота решения поставленных задач, весьма сложных для геологической практики, во многом определяется геолого-геофизической обстановкой региона, выбранного для заложения сверхглубокой скважины.

Скорейшее коллективное решение вопроса о месте заложения сверхглубокой скважины диктуется необходимостью целеустремленного планирования дальнейших геолого-геофизических работ и ГСЗ по плану региональных исследований Урала. Геологические исследования на Урале должны быть максимально сконцентрированы в регионе, наиболее приемлемом для заложения сверхглубокой скважины.

Группа исследователей (Булашевич и др., 1965; Халевин, Малахов, 1963) предложила в качестве возможного места заложения сверхглубокой скважины район между городами Верхняя Тура и Красноусольск на Среднем Урале. Выбор этого района обосновывается его детальной геологической изученностью, относительно спокойным залеганием пород, слагающих Тагильский мегасинклинорий на предлагаемой территории, высоким положением поверхности раздела Конрада (12-15 км), близостью крупных промышленных центров. Кроме того, А.А. Малахов и П.П. Желобов (1962) указывают на наличие здесь поперечного поднятия поверхности древних отложений, сопоставляемых с образованиями архейского гранитогнейсового фундамента восточной окраины Русской платформы.

На наш взгляд, район заложения такой скважины на Урале с точки зрения геолого-геофизической обстановки и строения в его пределах глубоких частей земной коры должен удовлетворять следующим требованиям:

- 1) наиболее высокому положению поверхностей Мохо и Конрада;
- 2) полной представительности разреза геосинклинальной формации палеозоя в сокращенных мощностях - от слоев, характеризующих заложение геосинклинали, до отложений, завершающих накопление геосинклинальных осадков;
- 3) типичной для геосинклинальной зоны геолого-геофизической характеристике региона;
- 4) достаточно полной геофизической и геологической изученности региона;
- 5) хорошей обнаженности района, развитию в его пределах крупных, относительно пологих, слабо нарушенных разломами структурных форм;
- 6) наличию в районе крупного промышленного центра (заводов) для технической помощи при эксплуатации довольно сложного бурового оборудования, обустроенности района, развитию сети железных и шоссейных дорог, близости крупной водной артерии.

Поскольку, согласно нашим построениям, земная кора Урала расчленена по глубинным слоям не только в меридиональном направлении (но наблюдается и широтно-ориентированная поясность), при выборе места заложения первой сверхглубокой скважины важно учесть и особенности строения каждого тектонического пояса.

С учетом данных всех этих построений в качестве одного из вариантов возможного места заложения первой сверхглубокой скважины предлагается район между городами Орск (на юге) и Баймак (на севере), в пределах Орского блока Магнитогорской глыбы земной коры на Южном Урале.

Предлагаемый район характеризуется некоторым утонением земной коры. Если в пределах Верхнетуруинской глыбы (Средний Урал) толщина коры не менее 45-47 км, то здесь она не превышает 41-42 км, а поверхность базаль-

тового слоя залегает на глубинах не более 12–13 км. В пределах этого блока палеозойский разрез геосинклинальных осадков представлен наиболее полно и в то же время в сокращенных мощностях. Мощность вулканогенно-осадочных палеозойских образований (по геолого-геофизическим данным) не превышает 5–6 км. Разрез палеозоя в рассматриваемом районе венчается осадочными и вулканогенно-осадочными отложениями нижнего и среднего карбона, накопление которых завершает период прогибания среднего этапа развития Уральской палеозойской геосинклинали.

Отсутствует здесь сплошной покров мезозой-кайнозойских отложений, маскирующих строение домезозойского складчатого основания, и эвгеосинклинальная область полностью обнажена и доступна непосредственному изучению в поле во всех характерных ее чертах.

Магнитогорский мегасинклиорий вмещает крупные "узлы" месторождений руд цветных и черных металлов. В этом районе установлена наибольшая глубина распространения колчеданного оруденения (1800 м и более). Южный Урал в настоящее время является ведущей меднорудной базой промышленного Урала.

Здесь наиболее полно представлены все структурные этажи, ярусы, крупные структурно-фациальные зоны, магматические комплексы и рудные формации, характерные для Урала. Крупные структурные формы типа антиклинориев и синклинориев довольно пологи, меньше раздроблены разломами, имеют большую ширину.

Полный разрез палеозойских отложений эвгеосинклинальной области Южного Урала в совокупности с хорошей обнаженностью этих отложений и относительно слабой их дислоцированностью создает благоприятные предпосылки для раскрытия на этом примере геологической истории развития Уральской палеозойской геосинклинали. В целом геология района сравнительно хорошо изучена. Имеются геологические и геофизические карты различных масштабов. Детально разработана стратиграфия. Все осадочные горизонты, встречающиеся среди вулканогенно-осадочных образований, охарактеризованы фаунистически вплоть до нижнего палеозоя.

На Южном Урале находится и стратотипический разрез допалеозойских образований Урала, что дает возможность наиболее обстоятельно изучить древние этапы развития Уральской геосинклинали с достаточно точным подсчетом скоростей движения и оценкой древних магматических процессов.

Приведенные особенности геологического строения Южного Урала в пределах Орского блока предопределяют также более высокое качество получаемых материалов региональных геофизических исследований, их более полную и объективную интерпретацию. Все это создает особо благоприятные условия для выяснения связи глубинной структуры земной коры со строением и историей развития верхнего структурного этажа.

Очень удобен предлагаемый район также с точки зрения географического положения и экономики. В орографическом отношении он представляет степную равнину, по которой протекает р. Урал с Ириклинским водохранилищем. Близко расположены крупные промышленные центры – города Орск, Гай, Баймак, Сибай; имеется крупная гидроэлектростанция и железная дорога.

В целях составления проектного разреза земной коры в точке, намеченной для сверхглубокого бурения, уточнения положения глубинных слоев земной коры и их связи с поверхностной геологией нами рекомендуется проведение ряда дополнительных геолого-геофизических и геохимических исследований.

В первую очередь необходимо выполнить следующие виды работ: глубинное сейсмическое зондирование по ряду профилей, изучение современной сейсмичности региона станциями "Земля", бурение структурных скважин глубиной 1–5 км в целях уточнения природы локальных геофизических аномалий. Кроме того, следует предусмотреть выполнение достаточного объема тематических научно-исследовательских работ, в том числе по стратиграфии, литологии, геохронологии, петрологии, геохимии и тектонике.

Ниже дается обоснование некоторых видов дополнительных геолого-геофизических исследований.

Сейсмические исследования. Необходима обработка двух профилей ГСЗ: Туймазы – Троицк и Донское – Златоуст – Свердловск.

Первый профиль протяженностью около 800 км захватывает край Русской платформы в районе развития крупных нефтяных месторождений, проходит через Предуральский краевой прогиб, пересекает Башкирский антиклинорий в районе наибольшего его воздымания, где структуры второго порядка наиболее четко выражены. Далее на восток профиль пересекает: Магнитогорский мегасинклинорий, сложенный палеозойскими образованиями эвгеосинклинального типа, вмещающими значительные медноколчеданные и железорудные (гора Магнитная) месторождения Урала; субмеридиональные пояса развития базитовых, гипербазитовых интрузий с проявлениями в них хромитов, сульфидного медно-никелевого оруденения, асбеста, талька; область Восточно-Уральского мегантиклинория с широко развитыми в его пределах гранитоидными интрузиями верхнего палеозоя, сопровождающимися золоторудными и редкометальными месторождениями. В восточной части профиль выходит в район Кустанайских железорудных месторождений, залегающих в палеозойских отложениях Зауралья.

Таким образом, линия этого профиля пересекает основные геологические структуры мио- и эвгеосинклинали и одновременно приурочена к важнейшим нефтегазовым и горнорудным районам Урала, наиболее перспективным для поисков новых месторождений полезных ископаемых. Мыслится, что проведение этого профиля позволит в той или иной мере решить следующие вопросы:

- 1) выявить более детально поведение границы глубоких горизонтов земной коры и верхней мантии в пределах краевой части платформы, примыкающей к области миогеосинклинали, и определить характер отображения в геофизических полях зоны сочленения платформы с миогеосинклиалью по этим горизонтам;

- 2) рассмотреть вопрос об отображении в рельефе глубинных горизонтов земной коры отдельных зон миогеосинклинали различной степени погружения, а также предполагаемого главного глубинного разлома, отделяющего миогеосинклиальную область от эвгеосинклиальной;

- 3) выявить степень отображения в рельефе глубинных горизонтов земной коры главных зон эвгеосинклинали и оценить возможное влияние особенностей структуры глубинных горизонтов на строение и историю геологического развития указанных зон;

- 4) уточнить классификацию главнейших разломов и оценить их магмопродвижающее, а значит, и рудоконтролирующее значение;

- 5) ориентировочно оценить глубину залегания существовавших магматических очагов главнейших интрузивных и эффузивных формаций в разных структурно-фациальных зонах;

- 6) с использованием геологических и геохимических данных определить направление и общий характер эволюции вещественного состава глубинных горизонтов земной коры в разных структурно-тектонических регионах.

Второй меридиональный профиль (Донское – Златоуст – Свердловск) протяженностью более 1500 км следует проложить вдоль зоны Тагило-Магнитогорского прогиба в целях изучения широтно-ориентированной поясности в строении глубинных горизонтов Урала и выяснения характера влияния ее на развитие Уральской геосинклинали.

Предлагается повторная отработка профиля Темиртау – Куйбышев в интервале Кваркино – Троицкое протяженностью 250 км по методике, обеспечивающей составление полного разреза земной коры, включая строение вулканогенно-осадочного комплекса.

Следует также предусмотреть изучение современных физических процессов (сейсмичности, теплового потока, современных движений земной коры) в разных структурно-тектонических зонах. Задача этих исследований – выяснение природы глубинных процессов, проявляющихся на поверхности в тектонических и магматических явлениях.

Последующее обобщение и анализ полученных данных ГСЗ в совокупности с другими геофизическими и геолого-геохимическими материалами позволят составить проектный разрез земной коры Урала и конкретизировать место заложения сверхглубокой скважины.

ВЫВОДЫ

Проведенный геолого-геофизический анализ позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Корреляционные зависимости между зональными аномалиями силы тяжести в редукции Буге и толщиной земной коры изменяются от региона к региону. При изучении таких областей, как Русская платформа, Западно-Сибирская плита и Урал, нельзя пользоваться одной какой-либо общей формулой зависимости, а необходимо для каждой из них определить присущий ей вид этой связи. В пределах Русской платформы и Западно-Сибирской плиты эта связь линейная прямая, а в области Предуральяского и Тургайского прогибов и Урала она линейная обратная. Изменение характера этих зависимостей связано с влиянием на поле силы тяжести плотностной неоднородности сиалической оболочки, обусловленной строением гранитного и базальтового слоев.

2. Урал по сравнению с областями Западно-Сибирской плиты и востока Русской платформы выделяется увеличенной мощностью земной коры, наличием "корней гор", т.е. относительно глубоким погружением границы Мохо. Отмечается глыбово-блоковое строение коры. В пределах Урала выделяются Северо-Уральская, Верхнетуринская и Мугоджарская глыбы с погруженной поверхностью Мохо и Ивдельская, Приуральская, Актюбинская и Магнитогорская глыбы с более высоким ее положением. Характерна ундуляция поверхности Мохо вдоль Урала и чередование глыб с различной мощностью коры.

3. Для Урала кроме известной четко выраженной субмеридиональной зональности устанавливается поперечная поясность. Выделены субширотно-ориентированные тектонические пояса, отделенные один от другого зонами, которые по ряду признаков интерпретируются как корреляционные геотектонические зоны предполагаемых глубинных разломов древнего заложения. Эти зоны оказали существенное влияние на развитие Уральской геосинклинали, ибо ограниченные ими блоки различаются полнотой геологического разреза, характером распределения магматических комплексов, структурными особенностями, металлогенией и т.д. Правда, не все зоны предполагаемых глубинных разломов и не на всем протяжении одинаково четко охарактеризованы и наличие ряда из них можно лишь предполагать по отдельным корреляционным признакам. Однако многие из них изучены ГСЗ и характеризуются как глубинные разломы, пересекающие всю земную кору.

4. На основе изучения простирания локальных аномалий физических полей с учетом поведения региональных их составляющих, а также анализа имеющихся геологических материалов и определения абсолютного возраста горных пород составлен один из возможных вариантов возрастного расчленения складчатых систем Урала и сопредельных территорий. Согласно этой схеме, выделяется ряд областей, для которых характерны складчатые структуры разных простираний, отвечающие, видимо, складчатым системам разных возрастов. Намечена восточная граница области развития уралид, которая, будучи скрытой под осадочным чехлом, по геологическим данным определяется неоднозначно. В пределах рассматриваемой территории можно проследить изменение азимута простираний складчатых структур от северо-западного и широтного, характерных для карельской складчатости, до северо-северо-западного простирания, присущего байкалидам, и меридионального, присущего уралидам. Таким образом, на Урале кроме собственно герцинских структур широко представлены переработанные глыбы карелид и байкалид, а на некоторых участках, возможно, и зоны консолидации каледонского возраста. Поперечные тектонические структуры, унаследованные от архея, оказали влияние на развитие земной коры в байкальский, каледонский (?) и герцинский этапы.

Представляется, что еще в байкальскую эпоху Урал был расчленен Центрально-Уральским глубинным разломом меридионального направления на за-

падную и восточную зоны, развитие которых начиная с древних времен шло различным путем. Западная зона с миогеосинклинальным режимом развития связана с Русской платформой единым консолидированным архей-раннепротерозойским фундаментом, который здесь остался непереработанным ни в байкальский, ни в герцинский этапы. В восточной, эвгеосинклинальной зоне архей-раннепротерозойское основание переработано. Основные структурные элементы здесь были заложены в позднем протерозое, и, судя по мощности палеозойских геосинклинальных образований и характеру строения их подошвы, герцинский тектогенез не вызвал большой перестройки структурного плана байкалид.

5. Рассмотрение глубинного строения Урала позволило дать рекомендации по выбору места бурения сверхглубокой скважины. Ее заложение наиболее целесообразно между городами Орском и Баймаком в пределах Магнитогорского мегасинклинория (Орский блок земной коры). Преимущество этого района заключается в том, что на Южном Урале палеозойский разрез геосинклинальных осадков представлен наиболее полно и вместе с тем в сокращенных мощностях (5-6 км). В то же время толщина земной коры здесь примерно на 4-5 км меньше, чем на Среднем Урале и Мугоджарах. Кроме того, на Южном Урале находится стратотипический разрез допалеозойских образований, наличие которого очень важно для сравнительного анализа строения эв- и миогеосинклинальных зон этой территории. Все это в совокупности с хорошей обнаженностью и слабой дислоцированностью палеозойских отложений создает благоприятные условия для раскрытия структуры и истории развития Уральской геосинклинали.

ЛИТЕРАТУРА

- Абдулин А.А. Геология Мугоджар (стратиграфия, тектоника, магматизм). Автореф. докт. дисс. Алма-Ата, 1971.
- Ананьева Е.М., Дорофеев Б.В. Элементы геологического строения восточного склона Урала и Зауралья по геофизическим данным. - Труды Свердловск. горн. ин-та, вып. 43, 1963.
- Андреев Б.А. О геологическом значении гравитационной карты Карелии, Финляндии и Ленинградской области. - Материалы ЦНИГРИ. Геофизика, сб. 7, 1938.
- Андреев Б.А. Гравитационные аномалии и мощность земной коры континентальных областей. - Докл. АН СССР, 1958, т. 119, № 2.
- Антоненко А.Н., Аргентов В.В., Дубровин Г.К., Осланов А.Б. и др. Глубинное сейсмическое зондирование в Казахстане (методика и результаты). - Тезисы докладов на пятой Всесоюз. геофиз. конференции в Новосибирске. М., изд. ВНИИгеофизики, 1963.
- Архангельский А.Д. Геологическое строение и геологическая история СССР. Изд. 4. Л., Госгеолтехиздат, 1947.
- Архангельский А.Д., Михайлов А.А., Федьинский В.В. и др. Геологическое значение аномалий силы тяжести в СССР. - Изв. АН СССР, серия геол., 1937, № 4.
- Архангельский А.Д., Розе Н.В., Колюбакин В.В. и др. Тектоника докембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы по данным общей магнитной съемки СССР. - Изв. АН СССР, серия геогр. и геофиз., 1937, № 2.
- Архангельский А.Д., Шатский Н.С., Меннер Б.В. и др. Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР. М., Изд-во АН СССР, 1937.
- Бакиров А.Г. Связь рудных образований Урала с его широтными структурами. - Докл. АН СССР, 1963, т. 149, № 5.
- Беляевский Н.А., Федьинский В.В. Изучение глубинных недр и задачи сверхглубокого бурения. - Сов. геология, 1961, № 12.
- Борисов А.А. Аномалии силы тяжести горных областей. - Прикладная геофизика, 1958, вып. 21.
- Борисов А.А. Об эволюции земной коры в процессе тектогенеза. - Изв. АН СССР, серия геол., 1963, № 2.
- Борисов А.А. Морфология поверхности Мохоровичича территории СССР и ее структурное значение. - Сов. геология, 1964, № 4.
- Борисов А.А. Глубинная структура территории СССР по геофизическим данным. М., "Недра", 1967.
- Бочкарев В.С., Ягофарова Ф.З. Новые данные о возрасте складчатого фундамента в районе широтного Приобья Западно-Сибирской низменности. - Докл. АН СССР, 1968, т. 181, № 3.
- Булашевич Ю.П., Халевин Н.И., Тимофеев А.Н. и др. К выбору места заложения сверхглубокой скважины на Урале. - В сб.: Методические вопросы рудной геофизики Урала. Труды Ин-та геофизики Уф АН СССР, № 4, 1965.
- Варсанофьева В.А. Геологическое строение территории Печорско-Ильчского государственного заповедника. - Труды Печорско-Ильчского заповед., вып. 1, 1940.

- Вахромеев И.С., Бобохов А.С. О некоторых вопросах металлогении и геологии колчеданных месторождений. – Записки Всесоюз. минерал. об-ва, вып. 6, 1966.
- Вахрушев Г.В. О широтных и субширотных зонах дислокаций Южного Урала и Предуралья. – В сб.: Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Южного Урала, вып. 2. Уфа, изд. БФ АН СССР, 1959.
- Вейс-Ксенофонтова З.Г., Попов В.В. К вопросу о сейсмической характеристике Урала. – Труды Сейсмологич. ин-та АН СССР, № 40, 1940.
- Вецлер Я.Я., Водорезов Г.И., Прокин В.А., Сопко П.Ф. Тектоно-магматические этапы и металлогения Южного Урала. – Материалы совещ. по проблемам тектоники в Москве. М., "Наука", 1964.
- Волков С.Н. Средний палеозой северной окраины Нижне-Тагильского синклинория. М.–Л., Изд-во АН СССР, 1960.
- Волков С.Н. О взаимоотношении Урала, Пай-Хоя и Таймыра. – В кн.: Материалы по региональной тектонике СССР. М., "Недра", 1964.
- Гарань И.И. Докембрий и кембрий Урала. – В кн.: Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. Докл. сов. геологов к XXI сессии Междунар. геол. конгресса. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Гарецкий Р.Г., Шрайбман В.И. Глубина залегания и строение складчатого фундамента северной части Туранской плиты (западный Казахстан). – Труды ГИН, вып. 44, 1960.
- Гаррис М.А. Абсолютный возраст геологических формаций. – В кн.: Геология докембрия. Доклады сов. геологов к XXII сессии Междунар. геол. конгресса. М., "Недра", 1964.
- Гаррис М.А. Абсолютное датирование тектоно-магматических циклов и этапов оруденения по данным 1964 г. – В кн.: Труды Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. Л., "Наука", 1966.
- Гаррис М.А., Дядин Н.Н., Закирова Ф.С. Предварительная геохронологическая шкала докембрия и палеозоя Южного Урала и восточной части Русской платформы. – В кн.: Труды IX сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. Л., Изд-во АН СССР, 1960.
- Гаррис М.А., Постников Д.В., Денисенко Е.А. и др. О возрасте габброидов Волго-Уральской области. – В кн.: Вопросы датировки древнейших геологических формаций и основных пород. Труды XIV сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. М., "Наука", 1967.
- Гафаров Р.А. Строение докембрийского фундамента севера Русской платформы. – Труды ГИН АН СССР, вып. 85, 1963.
- Годин Ю.Н. Региональные геофизические исследования. – Геология нефти, 1957, № 6.
- Годин Ю.Н. Комплексные региональные геофизические исследования юго-востока Русской платформы. – Геология нефти, 1958, № 5.
- Горский В.П. Роль глубинных разломов в формировании структурно-формационных зон Урала (на примере северной его части). – В кн.: Глубинные разломы. М., "Недра", 1964.
- Горский И.И. Уральско-Новоземельская складчатая область. – В кн.: Геологическое строение СССР, т. 3, Тектоника. М., Госгеолтехиздат, 1958.
- Деменицкая Р.М. Зависимость мощности земной коры от возраста складчатости. – Сов. геология, 1958, № 6.
- Деменицкая Р.М. Основные черты строения коры Земли по геофизическим данным. – Труды НИИГА, т. 115, 1961.
- Деменицкая Р.М. Кора и мантия Земли. Л., "Наука", 1967.
- Дерябина М.П., Водорезов Г.И., Олли А.И., Романов В.А. Отображение истории тектогенеза складчатой области на тектонической карте (на примере Южного Урала). – В кн.: Складчатые области Евразии. М., "Наука", 1964.
- Дружинин В.С., Рыбалко В.М., Халевин Н.И. Результаты глубинных сейсмических зондирований на свердловском пересечении и перспективы дальнейших исследований Урала. – В кн.: Глубинное строение Урала. М., "Наука", 1968.
- Журавлев В.С. Основные черты глубинной тектоники Прикаспийской синеклизы. – Труды ГИН, вып. 42, 1960.
- Каратаев Г.И. Строение земной коры в Западной Сибири по геофизическим данным. – Геология и геофизика, 1960, № 11.
- Келлер Б.М. Флишевая формация палеозоя в Зилаирском синклинории на Южном Урале и сходные с ней образования. – Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 104, серия геол. (№34), 1949.

- Клубов В.А. Тектонические условия размещения нефтяных и газовых месторождений в Южном Урало-Поволжье. - В кн.: Геологическое строение и нефтегазоносность юго-восточного Урало-Поволжья. М., "Недра", 1968.
- Коридалин Е.А. Изучение строения земной коры сейсмическими методами. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1939.
- Коридалин Е.А. О сейсмических наблюдениях при мощных взрывах. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1954.
- Краснопевцева Г.В., Матушкин Б.А., Попов Е.А. Геофизические исследования на региональном профиле Волгоград - Нахичевань. - Изв. АН СССР, серия геол., 1967, № 12.
- Кузнецов Е.А. Тектоника Среднего Урала. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1941.
- Литвиненко И.В. Особенности глубинного разреза земной коры северо-западной части Кольского полуострова и южной части Баренцева моря. - В кн.: Геология и глубинное строение восточной части Балтийского щита. Л., "Наука", 1968.
- Малахов А.А. Геология Среднего Тимана и Западного Притиманья. М.-Л., Гос-топтехиздат, 1940.
- Малахов А.А., Желобов П.П. О глубинной геологии Среднего Урала. - Докл. АН СССР, 1962, т. 146, № 1.
- Мамаев Н.Ф. Геологическое строение и история развития восточного склона Южного Урала. - Труды Ин-та геол. Уф АН СССР, вып. 73, 1965.
- Мельников А.С. Основные черты стратиграфии палеозоя восточного склона северного Урала. - В кн.: Материалы годичной сессии Ученого совета ВСЕГЕИ по результатам работ 1959 г. Л., изд. ВСЕГЕИ, Отд. научн.-техн. информации, 1960.
- Молдавандцев Ю.Е. Магматизм северной части Урала и некоторые черты связанной с ним металлогении. - В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала, т. 1. Труды Первого Уральск. петрографич. совещ. Свердловск, изд. Уф АН СССР, 1963.
- Москалева С.В. О гипербазитовых поясах и зонах глубинных разломов (на примере Урала). - В кн.: Глубинные разломы. М., "Недра", 1964.
- Наливкин В.Д., Шаблинская Н.В. Соотношение платформенных структур с глубинными массами в земной коре. - В кн.: Геологические результаты прикладной геофизики. Докл. сов. геологов к XXIII сессии Междунар. геол. конгресса. М., "Наука", 1968.
- Наливкин Д.В. Геология СССР. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1962.
- Неволин Н.В. Геологическое строение Прикаспийской впадины в свете геофизических данных. М., Гос-топтехиздат, 1951.
- Неволин Н.В. Тектоника Западного Казахстана и перспективы его нефтегазоносности. М., Гос-топтехиздат, 1961.
- Неволин Н.В., Богданова С.В., Лапинская Т.А., Подоба Н.В., Ртищева В.Ф., Серова А.Д. Основные черты строения фундамента Восточно-Европейской плиты. - В кн.: Геологические результаты прикладной геофизики. Докл. сов. геологов к XXIII сессии Междунар. геол. конгресса. М., "Наука", 1968.
- Нестоянова О.А. Стратиграфия девона и силура Магнитогорского синклинория. - Сов. геология, 1959, № 11.
- Николаевский А.А. Современный рельеф поверхности Мохоровичича по геофизическим данным. - В кн.: Тектоника и глубинное строение Северо-Востока СССР. Новосибирск, "Наука", 1964.
- Овчинников Л.Н. Обзор данных по абсолютному возрасту геологических образований Урала. - В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала, т. 1. Труды Первого Уральск. петрографич. совещ. Свердловск, изд. Уф АН СССР, 1963.
- Овчинников Л.Н., Дунаев В.А., Краснобаев А.А. Материалы к абсолютной геохронологии Урала. - Докл. сов. геологов к XXII сессии Междунар. геол. конгресса. Проблема 3. М., "Наука", 1964.
- Огаринов И.С. Строение кристаллического фундамента востока Русской платформы по данным гравиметрии. - В кн.: Вопросы геоморфологии и геологии Башкирии, сб. 1. Уфа, изд. БФ АН СССР, 1957.
- Огаринов И.С. О характере сочленения Предуральского прогиба с передовыми складками Горного Урала и восточной окраины Русской платформы. - В сб.: Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Южного Урала, вып. 7. Уфа, изд. БФ АН СССР, 1960.
- Огаринов И.С. Строение докембрийского кристаллического фундамента Башкирии и Оренбургской области и некоторые вопросы тектонического райони-

- рования. - В сб.: Вопросы разведочной геофизики. Уфа, изд. БФ АН СССР, 1964.
- Огаринов И.С. Закономерности размещения зон глубинных разломов на востоке Русской платформы и некоторые вопросы методики их выделения. - Сов. геология, 1965, № 7.
- Огаринов И.С. Глубинная структура Урала и сопредельных районов. - В сб.: Глубинное строение Урала. М., "Наука", 1968а.
- Огаринов И.С. Глубинная структура земной коры Южного Урала. - В сб.: Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Южного Урала, вып. 12, Уфа, изд. БФ АН СССР, 1968б.
- Огаринов И.С. Секущие Урал структуры и их роль в развитии Уральской геосинклинали. - В кн.: Глубинное строение Урала. М., "Наука", 1968в.
- Огаринов И.С. Строение и районирование земной коры Южного Урала. М., "Наука", 1973.
- Огаринов И.С., Гаррис М.А. Глубинная структура Южного Урала по данным геофизики и геохимии и размещение колчеданных месторождений. - В кн.: Проблемы изучения месторождений цветных металлов на Южном Урале. Уфа, изд. БФ АН СССР, 1960.
- Олли А.И. К вопросу о широтной тектонической поясности Урала. - Сов. геология, 1966, № 7.
- Олли А.И., Романов В.А. Тектоническая карта Башкирии (объяснительная записка). Уфа, изд. БФ АН СССР, 1959.
- Пейве А.В. Главнейшие типы глубинных разломов (статьи 1-3). - Изв. АН СССР, серия геол., 1956, № 1, 3, 6.
- Перфильев А.С. Особенности тектоники севера Урала. - Труды ГИН АН СССР, вып. 182, 1968.
- Перфильев А.С., Херасков Н.П. Урал. Объяснительная записка к Международной тектонической карте Европы. М-б 1:2 500 000. М., "Недра", 1964.
- Плюснин К.П., Плюснина А.А. О роли разрывных нарушений в структуре Магнитогорского синклиория. - Докл. АН СССР, 1962, т. 143, № 5.
- Померанцева И.В. Результаты работ по изучению строения кристаллической толщи земной коры в некоторых районах юго-востока Русской платформы. - Прикладная геофизика, вып. 32, 1961.
- Померанцева И.В., Мозженко А.Н. Результаты региональных исследований с сейсмическими станциями "Земля" и перспективы этих работ. - Тезисы пятой Всесоюз. геофиз. конференции в Новосибирске. М., изд. ВНИИ геофизики, 1963.
- Попов А.А., Аргентов В.В., Оспанов А.Б. Строение земной коры Центрального Казахстана по данным ГСЗ. - Изв. АН КазССР, серия геол., 1967, № 1.
- Проводников Л.Я. Строение Западно-Сибирской плиты в свете геофизических данных. Геологические результаты геофизических исследований в Сибири и на Дальнем Востоке. - Труды Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР, 1967.
- Пронин А.А. Роль глыбовых движений земной коры в развитии геосинклинальных областей. - В кн.: Строение и развитие земной коры. М., "Наука", 1964.
- Пронин А.А. Основные черты истории тектонического развития Урала. Варисский цикл. М.-Л., "Наука", 1965.
- Пузырев Н.Н., Кондрашев В.А., Крылов С.В., Потапьев С.В. Первые результаты глубинных сейсмических исследований земной коры в центральной части Западной Сибири. - Геология и геофизика, 1964, № 11.
- Раабен М.Е. Протерозой и нижний палеозой южной части Полярного Урала. - В кн.: Тезисы докладов на Совещании по унификации стратиграфических схем Урала. Л., 1956.
- Раабен М.Е. Стратиграфия древних свит Полярного Урала. - Труды ГИН АН СССР, вып. 35, 1959.
- Ростовцев Н.Н., Трофимук А.А. и др. Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности - новой нефтяной базы СССР. Новосибирск, изд. СО АН СССР, 1963.
- Рябой В.З. Строение земной коры и верхней мантии по профилю ГСЗ Копет-Даг - Аральское море. - Сов. геология, 1966, № 5.
- Сажина Н.Б. Мощностъ земной коры и связь ее с рельефом и аномалиями силы тяжести. - Сов. геология, 1962, № 8.
- Семенович В.В. Разрывные нарушения Каракумской платформы и смежных тектонических областей. - Сов. геология, 1964, № 5.
- Симоненко Н.П. Докембрий Украинской ССР. - Труды Лабор. геол. докембрия, вып. 2, 1953.

- Соллогуб В.Б. Результаты ГСЗ на Украине. - В кн.: Геофизические исследования строения земной коры юго-восточной Европы. Верхняя мантия, № 5. М., "Наука", 1967.
- Сопко П.Ф., Салихов Д.Н., Морозов Г.А. Петрография и некоторые вопросы происхождения интрузивных и жильных пород Кизило-Уртазымского синклиория. - Тезисы докладов Второго Уральск. петрографич. совещ. Свердловск, изд. Уф АН СССР, 1966.
- Ступников Н.И., Зыков С.И., Минеев Д.А. Возраст пород Среднего и Южного Урала по данным свинцово-изотопного метода. - Геохимия, 1962, № 7.
- Субботин С.И. О связи аномалий силы тяжести с вертикальными движениями земной коры. - Изв. АН СССР, серия геофиз., 1955, № 4.
- Субботин С.И., Гуревич Б.Л., Кужелов Г.К., Соллогуб В.Б., Чекунов А.В., Червинская М.В. Глубинное строение территории Украинской ССР по данным геофизических исследований. - В сб.: Геологические результаты прикладной геофизики. Доклады сов. геологов к XXIII сессии Междунар. геол. конгресса. М., "Недра", 1965.
- Субботин С.И., Рахимова М.И. Физические и геофизические проблемы теории тектонических движений. - Сб. Ин-та геофиз. АН УССР, вып. 4 (6), 1963.
- Субботин С.И., Соллогуб В.Б., Чекунов А.В., Червинская М.В. и др. Новые данные о строении земной коры Украины (по геофизическим исслед.). - В кн.: Геологические результаты прикладной геофизики. Доклады сов. геологов к XXIII сессии Междунар. геол. конгресса. М., "Наука", 1968.
- Суворов А.И. Главные разломы Казахстана и Средней Азии. - Труды ГИН АН СССР, вып. 80, 1963.
- Суворов А.И. Основные типы крупных разломов Казахстана и Средней Азии. - В сб.: Глубинные разломы. М., "Наука", 1964.
- Суворов А.И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов. М., "Наука", 1968.
- Сурков В.С. Новые представления о строении и возрасте складчатого фундамента Западно-Сибирской низменности. - Геология и геофизика, 1963, № 2.
- Сурков В.С. Тектонические структуры фундамента Западно-Сибирской плиты, особенности отображения их в гравитационном и магнитном аномальных полях. - В кн.: Региональные геофизические исследования в Сибири. Новосибирск, "Наука", 1967.
- Сурков В.С. Строение и тектоническое развитие фундамента Западно-Сибирской плиты. Автореф. докт. дисс. Новосибирск, 1968.
- Тектоническая карта Евразии и объяснительная записка. М-б 1:5 000 000. Главн. ред. А.Л. Яншин. М., "Наука", 1966.
- Тектоническая карта Европы и объяснительная записка. М-б 1:2 500 000. Под ред. А.А. Богданова, Н.С. Шатского и др. М., "Наука" - "Недра", 1964.
- Тихонов А.Н., Буланже Ю.Д. Об осреднении гравиметрических полей. - Изв. АН СССР, 1945, т. 9, № 3.
- Трифонов В.П. Новейшая тектоника восточного склона Урала и Зауралья. - В сб.: Геоморфология и новейшая тектоника Волго-Уральской области и Южного Урала. Уфа, изд. БФ АН СССР, 1960.
- Успенская Н.Ю. Пояс крупных разломов в пределах платформы юга Европейской части СССР и Средней Азии. - Сов. геология, 1961, № 3.
- Файтельсон А.Ш. Некоторые положения геологического истолкования результатов гравиразведки. - Разведочная и промысловая геофизика, 1954, вып. 8.
- Фотиади Э.Э. О некоторых связях между гравитационными и магнитными аномалиями на Русской платформе. - Разведочная и промысловая геофизика, 1952, вып. 4.
- Фотиади Э.Э. К проблеме геологической интерпретации аномалий силы тяжести на Русской платформе. - Прикладная геофизика, 1955, вып. 12.
- Фотиади Э.Э. Геологическое строение Русской платформы по данным региональных геофизических исследований и опорного бурения. - Труды ВНИИ геофизики, вып. 4, 1958.
- Фотиади Э.Э. Строение земной коры Сибири и Дальнего Востока по геофизическим данным. - В сб.: Геологические результаты прикладной геофизики. Доклады сов. геологов к XXIII сессии Междунар. геол. конгресса. М., "Недра", 1965.
- Хаин В.Е. Общая геотектоника. М., "Недра", 1964.
- Халевин Н.И. Строение Урала в свете геофизических данных. - Сов. геология, 1960, № 2.

- Халевин Н.И., Дружинин В.С., Долгих В.В. Элементы строения Среднего Урала по данным комплексных геофизических исследований. - В кн.: Глубинное строение Урала. М., "Наука", 1968.
- Халевин Н.И., Малахов А.А. О региональных сейсмических исследованиях на Урале в связи со сверхглубоким бурением. - Изв. АН СССР, серия геофиз., 1963, № 1.
- Херасков Н.П. Принципы составления тектонических карт на примере Южного Урала. - Изв. АН СССР, серия геол., 1948, № 5.
- Херасков Н.П. Некоторые общие закономерности в строении и развитии структуры земной коры. - Труды ГИН АН СССР, вып. 91, 1963.
- Херасков Н.П. Тектоника и формация. - Избр. труды. М., "Наука", 1967.
- Херасков Н.П., Милановский Е.Е. Кембрий, нижний ордовик Орского Урала. - В кн.: Памяти проф. А.Н. Мазаровича. М., изд. Моск. об-ва испыт. природы, 1953.
- Херасков Н.П., Перфильев А.С. Основные особенности геосинклинальных структур Урала. - Труды ГИН АН СССР, вып. 92, 1963.
- Хрычев Б.А., Лысяков Л.М., Альтер С.М. и др. Строение земной коры по профилю Темиртау - Куйбышев. - В сб.: Глубинное строение Урала. М., "Наука", 1968.
- Цирульников М.Я., Чечель Э.К., Шустова Л.Е., Сокол Р.С. Глубинное строение земной коры в восточной части Балтийского щита. - В сб.: Геология и глубинное строение Балтийского щита. Л., "Наука", 1968.
- Чибаненко И.И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры. - Труды Ин-та геол. наук УССР, серия геотектоники, вып. 12, 1963.
- Шатский Н.С. К вопросу о возрасте складчатого основания Русской платформы. - Сов. геология, 1940, № 10.
- Шатский Н.С. Сравнительная тектоника древних платформ. Ст. 1. Основные черты строения Восточно-Европейской платформы. - Изв. АН СССР, серия геол., 1946, № 1.
- Яншин А.Л., Взгляды А.Д. Архангельского на тектонический характер юго-восточного обрамления Русской платформы и современные представления по этому вопросу. - В кн.: Вопросы литологии и стратиграфии СССР. Памяти академика А.Д. Архангельского. М., Изд-во АН СССР, 1951.
- Ярош А.Я. Структура кристаллического фундамента Западного Приуралья. - В кн.: Геологические результаты прикладной геофизики. Докл. сов. геологов к XXII сессии Междунар. геол. конгресса. М., "Наука", 1964.
- Ярош А.Я., Кассин Г.Г. Строение поверхности Мохоровичича восточных районов Русской платформы. - В сб.: Вопросы разведочной геофизики. Труды Свердловск. горн. ин-та, вып. 54, 1968.
- Яхимович В.Л. О структуре Предуральской депрессии в связи с изучением мезо-кайнозойских отложений. В кн.: Вопросы геоморфологии и геологии Башкирии, сб. 1. Уфа, изд. БФ АН СССР, 1957.
- Wollard G.P. Crustal structure from gravity and seismic measurements. - J. Geophys. Res., v. 64, N 10, 1959.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Предварительные замечания	3
Представление о глубинном строении Урала	3
<i>Глава I</i>	
Основные черты аномалий физических полей Урала и их геологическая природа	
Некоторые вопросы методики геологического истолкования аномалий гравитационного поля	11
Основные черты аномалий магнитного и гравитационного полей Урала и сопредельных территорий	13
Зависимость зональных аномалий силы тяжести от толщины земной коры и составление карты рельефа поверхности Мохоровичича	17
<i>Глава II</i>	
Схема глубинной структуры Урала	
Современный рельеф поверхности Мохоровичича	20
Секущие Урал корреляционные геотектонические зоны предполагаемых глубинных разломов и их геолого-геофизическая характеристика	25
О широтной зональности в строении Урала	25
Геолого-геофизическая характеристика секущих Урал корреляционных геотектонических зон и их роль в развитии Уральской геосинклинальной области	32
Тектоническая поясность в строении Урала	38
О погребенных границах Уральской складчатой области	48
К вопросу о выборе места заложения сверхглубокой скважины на Урале	55
Выводы	59
Литература	61

Иван Степанович Огарин
Глубинное строение Урала

Утверждено к печати
Институтом геологии Башкирского филиала АН СССР

Редактор издательства И.М. Ерофеева
Технический редактор Л.М. Сурикова
Подписано к печати 21.01.1974г. Формат 70×108¹/₁₆
Бумага офс. № 1 Усл.печ.л. 6,65 Уч.-изд.л. 6,96
Тираж 1000 экз. Тип. зак. 775 Т-01711 Цена 70 коп.
Книга издана офсетным способом

Издательство "Наука", 103717 ГСП,
Москва, К-62, Подосенский пер., 21
1-я типография издательства "Наука".
199034, Ленинград, В-34, 9-я линия, 12

70 коп.

923



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»