

И. В. ЗАПОРОЖЦЕВА

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ  
БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ  
ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ  
ДАНЫМ



«НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
КОМИ ФИЛИАЛ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

И. В. ЗАПОРОЖЦЕВА

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ  
БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ  
ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ  
ДАННЫМ

3498



ЛЕНИНГРАД  
«НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ  
1979



Глубинное строение Большеземельской тундры по геофизическим данным.  
Запорожцева И.В. Л., „Наука“, 1979. 83 с.

В работе на основе комплексной интерпретации геолого-геофизических данных рассматриваются тектоническое строение и история геологического развития территории Большеземельской тундры, оцениваются перспективы ее нефтегазоносности. Даются рекомендации к постановке дальнейших геолого-геофизических исследований. Лит. - 44 назв., ил. - 23, табл. - 5.

Ответственный редактор

доктор геолого-минералогических наук В.А. ДЕДЕЕВ

Ирина Васильевна Запорожцева

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ  
ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Утверждено к печати  
Президиумом Коми филиала АН СССР

Редактор издательства Т.П. Жукова  
Художник В.П. Сысолов  
Технический редактор В.В. Шиханова  
Корректор Ф.Я. Петрова

ИБ № 8919

Сдано и подписано к печати 22.11.79 г. М-25865. Формат 60 x 90 1/16.  
Бумага офсетная №1. Печать офсетная. Печ.л. 5 + 1 вкл. ( 1/2 печ. л.) =  
= 5.50 усл.печ.л. Уч.-изд.л. 6,18. Тираж 600. Изд. № 7181.  
Тип.зак. № 665. Цена 95 к.

Ленинградское отделение издательства „Наука“  
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография издательства „Наука“  
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12

20802-703

3 ————— 261-79.1904030000 © Издательство „Наука“, 1979 г.  
055(02)-79

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Рассматриваемая территория на севере ограничена акваторией Печорского моря, на востоке – горными сооружениями Пай-Хоя, на западе – низовьями р.Печоры, на юге – верховьями р.Колвы (рис.1, см.вкл.),

Большеземельская тундра входит в состав Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, на площади которой за последние годы разведаны Усинское нефтяное, Вуктыльское газоконденсатное, Лаявожское газовое и многие другие месторождения. В северо-восточной части Большеземельской тундры известны месторождения каменных углей Печорского бассейна, являющихся источником энергетического, высококачественного коксового и химического сырья.

Несмотря на перспективность Большеземельской тундры в отношении полезных ископаемых, ее глубинное геологическое строение изучено пока явно недостаточно из-за широкого развития мощного чехла рыхлых кайнозойских образований. Это и предопределило применение здесь геофизических методов разведки.

В последние два десятилетия были повсеместно проведены среднemasштабные гравиметрические и аэромагнитные исследования, региональные сейсмические и электроразведочные работы. Вновь выявленные структуры оконтуривались с помощью детальных геофизических, в первую очередь сейсмических, работ. Таким образом, к настоящему времени на территории Большеземельской тундры накоплен обширный геофизический материал, подкрепленный результатами глубокого бурения.

Если ранее геологическое строение территории обычно рассматривалось с позиции одного из геофизических методов, например только гравиразведки (Полетаев и др., 1969) или только магниторазведки (Гафаров, 1966, 1976а), что приводило подчас к противоречивым геологическим выводам, то в последнее время появились многочисленные работы, в которых были сведены воедино материалы комплексных геолого-геофизических исследований (Дедеев и др., 1969; Тимонин, 1975а; Вассерман, Богацкий и др., 1976). Однако недостаток фактического материала, на наш взгляд, не всегда позволял авторам проводить достаточную геологическую интерпретацию результатов геофизических методов.

В настоящей работе на основе новых данных сейсморазведки и бурения предпринята попытка комплексной интерпретации геолого-геофизического материала. Были оценены возможности использования всех геофизических методов для характеристики глубинного геологического строения территории. С этой целью автором проведены трансформации аномалий физических полей с помощью электронно-цифровых вычислительных машин (ЭЦМ) Минск-22, Минск-32 и Мир-1. Обращено внимание на оценку применимости каждого из геофизических методов в отдельности для изучения глубинного строения территории на основе исследований физических параметров разреза. При построении различных схем, карт и разрезов, которые бы наиболее полно и достоверно охарактеризовали структуру осадочного чехла и фундамента, использовался весь комплекс геофизических данных. При их совместном анализе широко применялись расчеты по соответствующим программам на ЭЦМ.

В работе использованы материалы автора и сотрудников Печорской геофизической экспедиции за 1967-1977 гг. (С.А. Прохорова, А.В. Журавлевой, В.А. Курильчик, Р.И. Бирон, А.А. Черепановой, Г.В. Цвилевой, Л.П. Топорской, В.И. Лифанова и мн.др) Ухтинского территориального геологического управления. Всесоюзного научно-исследовательского геологического института и Лаборатории тектоники Института геологии Коми филиала АН СССР.

Сведения о физических свойствах горных пород нашего района приведены по исследованиям В.В. Гречухина, А.И. Новиковой, Ж.П. Попова за 1968-1975 гг.

Автор сердечно благодарит А.А. Гишпа, Л.Н. Белякова, Р.И. Бирон, Ю.Ф. Кузьмина, В.А. Курильчик, В.А. Майера, Д.М. Мильштейна, Б.И. Тарбаева, С.А. Прохорова, Ю.В. Степанова, Н.И. Тимонина, Г.Д. Удота за существенную помощь при написании монографии. Особую благодарность автор выражает научному редактору работы, доктору геолого-минералогических наук В.А. Дедееву.

## Г л а в а I. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД

Упругие свойства. Упругие свойства горных пород данного района рассматриваются по материалам сейсмических и лабораторных исследований. Была показана принципиальная возможность разделения по упругим свойствам терригенных и карбонатных отложений и выделения в терригенных и карбонатных толщах отдельных литологических пачек. В приводимых графиках (рис.2), построенных по результатам работ методом отраженных волн (МОВ), видно распределение пластовых скоростей для отдельных тектонических структур территории. Для большей части исследуемой площади, за исключением ее северо-востока, характерны более или менее постоянные значения пластовых скоростей в пределах одних и тех же литолого-стратиграфических комплексов. Так, породы верхнего (I) терригенного комплекса ( $KZ_2 - P_1$ ) разделены на три пласта с пластовыми скоростями 2.0-2.26, 2.4-3.0 и 3.0-3.8 км/с. Первый пласт характеризует отложения кайнозоя, мела, юры и иногда самых верхов триаса, второй - отложения триаса, частично верхней перми, третий - породы перми и иногда низов триаса. К верхней части среднего (II) карбонатного комплекса ( $P_1 - D_3$ ) приурочен четвертый пласт со скоростью 3.7-5.23 км/с. Отложениям карбона и верхней части девона отвечает пятый пласт с пластовой скоростью 4.75-6.42 км/с, иногда - шестой со скоростью 5.9-6.9 км/с. Нижний (III) терригенно-карбонатный комплекс ( $D_3 - 0$ ) слагает наиболее глубокие горизонты осадочной толщи, и поэтому его пластовые скорости изучены недостаточно. Переход от карбонатного комплекса к терригенно-карбонатному характеризуется понижением пластовых скоростей от 6.42 до 4.42 км/с.

По материалам обработки на ЭЦВМ скоростей упругих колебаний (программы „КОС-5" и „ЦОЭЗ", разработанные в Опытном-методической партии УТГУ), были построены карты средних скоростей для наддоманиковых отложений осадочного чехла (рис.3, см.вкл.). По характеру изменения скоростей территорию можно разделить на две части: западную и восточную. Западная часть охватывает районы Денисовской структурной зоны, Колвинского мегавала, Хорейверской впадины, Большеземельской ступени, вала Сорокина и западной части Мореюской депрессии. В ее пределах наблюдается

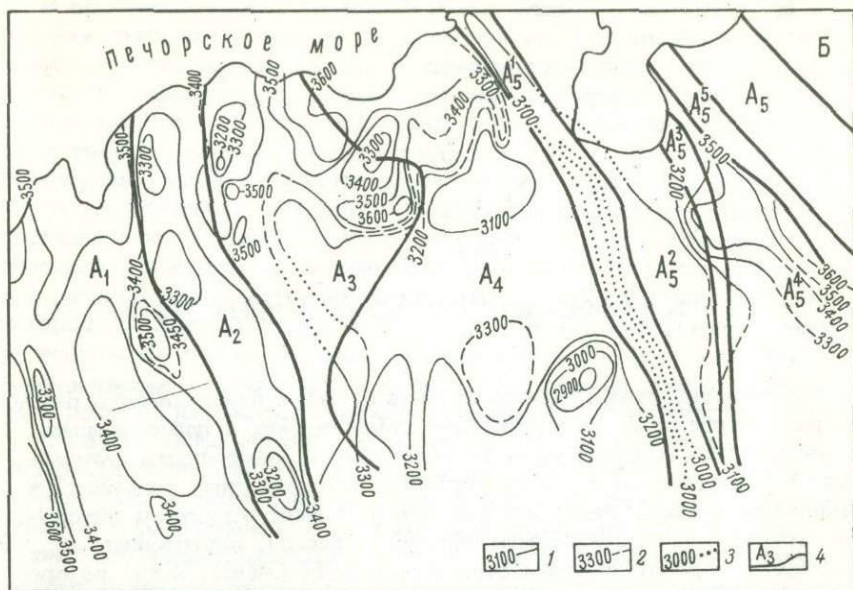


Рис.3. Карта распределения средних скоростей наддоманиковых отложений. Составлена И.В. Запорожцевой, В.А. Курильчик.

Линии равных скоростей (в м/с): 1 – уверенные, 2 – предполагаемые, 3 – интерполяционные; 4 – контуры структур и их условные обозначения, принятые на рис.1.

уменьшение значений средних скоростей на поднятиях и увеличение их во впадинах.

В целом изменение средних и пластовых скоростей вдоль осей тектонических структур менее значительно, чем вкrest их простира- ния (рис.3). В восточной части, охватывающей вал Гамбурцева, Верхне-Адзвинскую депрессию и Коротайхинский прогиб, отмечено интенсивное региональное увеличение значений средних скоростей к северо-востоку, связанное, по всей вероятности, с увеличением степени преобразования пород по направлению к тектонически актив- ным областям Пай-Хоя и Урала.

**Плотность.** Наиболее полно описаны плотностные разрезы оса- дочных образований Денисовской структурной зоны и Колвинского мегавала. В Хорейверской впадине эти сведения базируются на материалах единичных скважин. В Коротайхинском и Косью-Рогов- ском прогибах изучены плотности только для пермских терригенных отложений. В данной работе приводятся плотности пород во влаж- насышенном состоянии, определенные в лабораторных условиях с точностью до  $0.02 \text{ г/см}^3$ . Резкие изменения плотностных свойств

происходят на границах крупных литолого-стратиграфических комплексов. Поэтому целесообразно оперировать не плотностями отдельных литологических разностей пород, а вычислять средневзвешенную плотность по всему литолого-стратиграфическому комплексу. Последняя определялась по известной формуле  $\bar{\sigma} = \frac{\sum h_i \sigma_i}{\sum h_i}$ , где  $\sigma_i$  — средняя плотность однотипных пород, слагающих данный комплекс;  $h_i$  — мощность однотипных пород;  $\sum h_i$  — мощность литолого-стратиграфического комплекса.

В юго-западной части Большеземельской тундры и прилегающих областях в отложениях осадочной толщи выделяется пять основных плотностных литолого-стратиграфических комплексов: верхний терригенный ( $KZ_2-P_1$ ), верхний карбонатный ( $C-D_3$ ), средний терригенный ( $D_3-D_2$ ), нижний карбонатный ( $S-O_2$ ) и нижний терригенный ( $O_{2-1}$ ). Следовательно, в осадочном чехле существуют четыре основные плотностные границы: 1) между верхним терригенным и верхним карбонатным комплексами с эффективной плотностью  $\bar{\sigma}_{эф} = 0.29-0.36$  г/см<sup>3</sup>; 2) между верхним карбонатным и средним терригенным комплексами с  $\bar{\sigma}_{эф} = 0.16-(-0.02)$  г/см<sup>3</sup>; 3) между средним терригенным и нижним карбонатным комплексами с  $\bar{\sigma}_{эф} = 0.14-0.20$  г/см<sup>3</sup>; 4) между нижним карбонатным и нижним терригенным комплексами с  $\bar{\sigma}_{эф} = -0.19$  г/см<sup>3</sup>.

Если нижний карбонатный комплекс отсутствует, то нижний и средний терригенные комплексы сливаются. В этом случае следует рассматривать всего три плотностные границы. Так, в центральной и северо-восточной частях территории в осадочном чехле отмечены три литолого-стратиграфических комплекса: верхний терригенный ( $KZ_2-P_1$ ), средний карбонатный ( $P_1-D_3$ ) и нижний терригенно-карбонатный ( $D_3-O$ ). Иногда вследствие увеличения доли карбонатных пород в низах осадочной толщи два последних комплекса сливаются в один — карбонатно-терригенный ( $P_1-O$ ).

Из анализа эффективных плотностей сделаны следующие выводы.

- 1) основные изменения плотностных свойств осадочной толщи происходят на границах между терригенным и карбонатным комплексами со средними значениями эффективной плотности 0,2 г/см<sup>3</sup>;
- 2) между карбонатными и терригенно-карбонатными отложениями существенной разницы в плотностных свойствах не устанавливается.

Следует отметить, что эффективные плотности, относимые к границам литолого-стратиграфических комплексов, чисто условны, так как гравитационный эффект осадочной толщи достигается монотонным увеличением плотности с глубиной. Необходимо также принимать во внимание и значительные перепады плотностей на границах, расположенных в верхней части осадочного чехла. Последние не всегда возможно учесть.

Для правильного понимания природы гравитационного поля территории нужно знать и закономерности зонального изменения средневзвешенных плотностей на границах выделяемых литолого-стратиграфических комплексов. Поскольку фактических данных недостаточно,

нами были предприняты попытки пересчета скоростей распространения упругих колебаний в отложениях осадочного чехла в плотности. Известно, что между ними существует следующая зависимость:

$$V_p = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{6(1+\nu) \cdot (1-2\nu)}} = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}\mu}{6}} \quad (\text{Андреев, Клушин, 1965}),$$

где  $V_p$  — скорость распространения продольных упругих волн,  $\rho$  — плотность горной породы,  $E$  — модуль Юнга,  $\nu$  — коэффициент Пуассона,  $K$  — модуль всестороннего сжатия,  $\mu$  — модуль сдвига.

Подобные исследования зависимости между скоростью распространения продольных волн и плотностью осадочных образований проводились многими исследователями. Применение математической обработки искомым параметром позволило А.К. Курскееву и Б.М. Уразаеву (1966) сделать вывод, что указанная зависимость может быть выражена уравнением  $V_p = \alpha \rho^{n_6}$ , где  $\alpha$ ,  $\rho$  и  $n$  — коэффициенты, зависящие от состава и структуры породы, вычисленные способом наименьших квадратов. При плотностях пород в пределах 2.4–2.8 г/см<sup>3</sup> кривые зависимости между скоростью распространения упругих колебаний и плотностью горных пород, установленные для осадочных образований в различных районах СССР, как правило, совпадают. При плотностях, меньших 2.4 г/см<sup>3</sup>, существует множество связей между названными параметрами, что объясняется различной пористостью пород. Наоборот, совпадение кривых при больших плотностях свидетельствует о том, что плотности осадочных образований достигли своих предельных значений. Пористость здесь уже не играет решающей роли, и зависимость между скоростью и плотностью горной породы в основном определяется ее удельным весом. Таким образом, точность пересчета скоростей упругих колебаний в плотностные характеристики повышается по мере увеличения общей плотности горной породы.

Зависимости между названными параметрами установлены в лабораторных условиях в результате определения упругих свойств образцов с помощью ультразвука. Однако необходимо было убедиться в возможности таких пересчетов по скоростям, рассчитанным по годографам ОБ. Для этого было проведено сравнение лабораторных плотностных характеристик и значений плотности, полученных расчетным способом по материалам МОВ. При этом оказалось, что среднеквадратичная ошибка значений плотности, полученных расчетным способом, не превышает 0.04 г/см<sup>3</sup>. Следовательно, можно говорить и о том, что выбранная зависимость между скоростями упругих колебаний и плотностями пород сохраняется и в случае, когда скорости вычислены по годографам ОБ. На основе этой зависимости были рассчитаны плотностные разрезы осадочной толщи и затем составлены две схемы зонального распределения средневзвешенной плотности для пород верхнего терригенного комплекса и то же для пород среднего карбонатного и нижнего терригенно-карбонатного комплексов совместно (рис. 4, 5, см. вкл.). Построение последней вызвано тем, что в ряде случаев разделение среднего и нижнего комплексов по физическим свойствам невозможно.

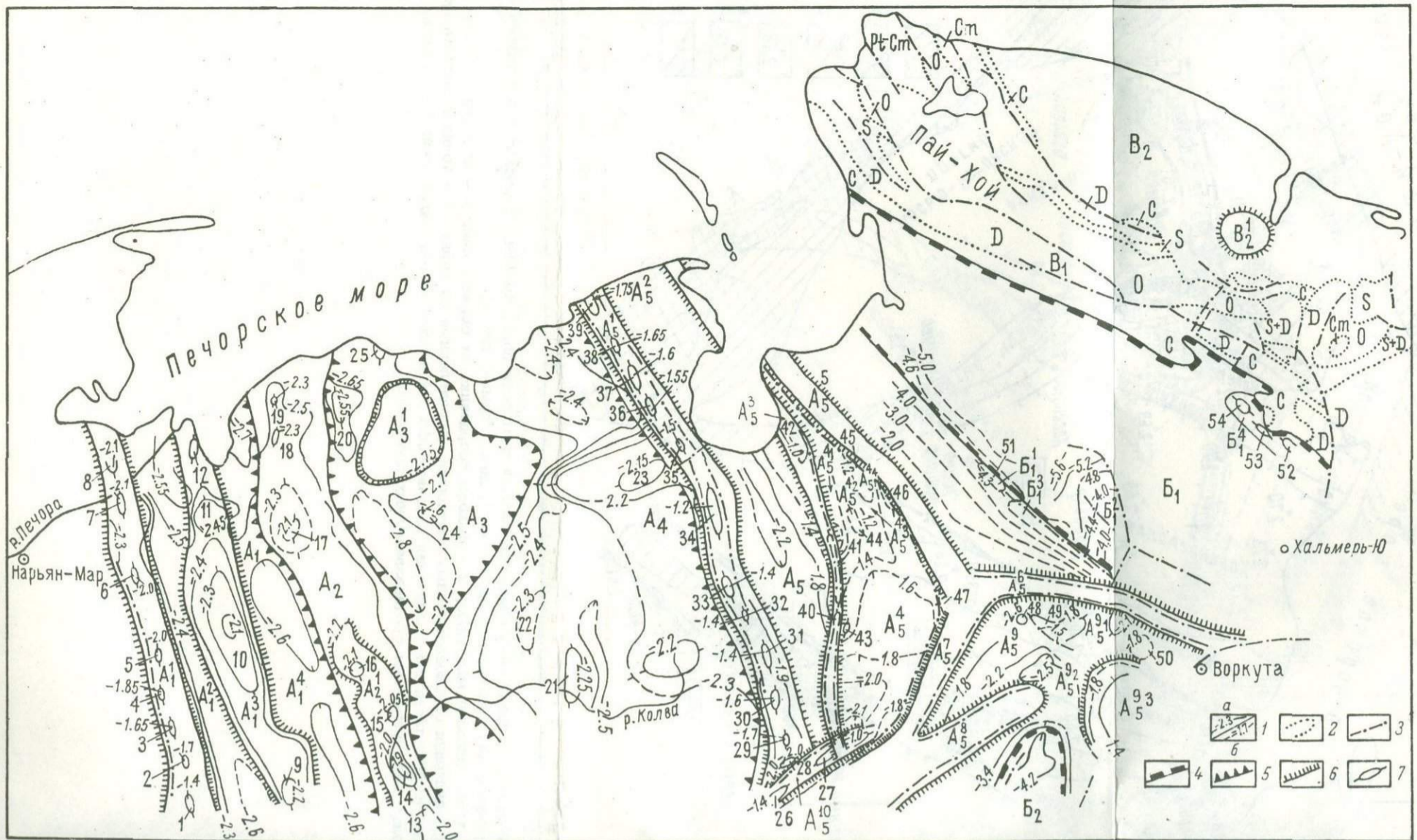


Рис. 1. Схематическая карта рельефа поверхности карбонатных отложений  $P_1-C$  (отражающий горизонт III). Составлена И.В. Запорожцевой, С.А. Прохоровым, В.А. Курильчик, Р.И. Бирон.

1 - изогипсы кровли карбонатных отложений (в км): а - достоверные, б - менее достоверные; 2 - геологические границы; 3 - линии дизъюнктивных нарушений; 4 - контуры надпорядковых структур; 5 - контуры структур I порядка; 6 - контуры структур II порядка; 7 - контуры локальных структур. Структуры, А - Печорская синеклиза,  $A_1$  - Денисовская структурная зона ( $A_1^1$  - Шапкино-Юрьянский вал,  $A_1^2$  - Тибейвская депрессия,  $A_1^3$  - Лайский вал,  $A_1^4$  - Верхне-Лайская депрессия);  $A_2$  - Колвинский мегавал ( $A_2^1$  - Харьягинская антиклинальная зона);  $A_3$  - Хорейверская впадина ( $A_3^1$  - Чернореченская котловина);  $A_4$  - Большеземельский выступ (ступень);  $A_5$  - Варандей-Адзвинская структурная зона;  $A_5^1$  - вал Сорокина,  $A_5^2$  - Мореюская депрессия,  $A_5^3$  - вал Гамбурцева,  $A_5^4$  - Верхне-Адзвинская депрессия ( $A_5^4^1$  - Яйгинская синклинали,  $A_5^4^2$  - Сарембойское поднятие,  $A_5^4^3$  - Пягинская синклинали,  $A_5^4^4$  - Няртегинское поднятие),  $A_5^5$  - Вашуткинско-Талотинская приразломная структура,  $A_5^6$  - дизъюнктивное поднятие Чернова,  $A_5^7$  - дизъюнктивное поднятие Чернышева,  $A_5^8$  - дизъюнктивное Верхне-Роговское поднятие,  $A_5^9$  - Воркутинская ступень ( $A_5^9^1$  - Падимейское поднятие,  $A_5^9^2$  - Падимейская мульда,  $A_5^9^3$  - Ярвожское куполовидное поднятие);  $A_5^9^4$  - Хоседаюский вал. Б - Предуральский краевой прогиб:  $B_1$  - Коротайхинский прогиб,  $B_1^1$  - Центрально-Коротайхинская приразломная структура,  $B_1^2$  - Верхне-Воркутское поднятие,  $B_1^3$  - Хальмершорская синклинали,  $B_1^4$  - Сило-

вожское поднятие;  $B_2$  - Косью-Роговской прогиб; В - Новоземельско-Пайхойская складчатая система,  $B_1$  - Пайхойский антиклинорий,  $B_2$  - Карская впадина,  $B_2^1$  - Карское поднятие. Локальные структуры (на карте): 1 - Пашоорская, 2 - Средне-Серчейюская, 3 - Южно-Шапкинская, 4 - Шапкинская, 5 - Северо-Шапкинская, 6 - Ванейвская, 7 - Василковская, 8 - Кумжинская, 9 - Командиршорская, 10 - Лаявожская, 11 - Северо-Лаявожская, 12 - Носовская, 13 - Южно-Харьягинская, 14 - Харьягинская, 15 - Лек-Харьягинская, 16 - Северо-Харьягинская, 17 - Ярейюская, 18 - Хыльчюская, 19 - Северо-Хыльчюская, 20 - Вангурейская, 21 - Хорейверская, 22 - Урерьягинская, 23 - Восточно-Хорейверская, 24 - Нярахалытская, 25 - Алексеевский антиклинальный перегиб, 26 - Неруюская, 27 - Адзвинская, 28 - Подверьюская, 29 - Хосолтинская, 30 - Нерчейюская, 31 - Осовейская, 32 - Сямаюская, 33 - Ярейягинская, 34 - Седьягинская, 35 - Лабогейская, 36 - Наульская, 37 - Южно-Торавейская, 38 - Северо-Торавейская, 39 - Варандейская, 40 - Хасырейская, 41 - Нядейюская, 42 - Лекейягинская, 43 - Устьпяюская, 44 - Сарембойская, 45 - Северо-Сарембойская, 46 - Талотинская, 47 - Степковожская, 48 - Западно-Падимейская, 49 - Падимейская, 50 - Сэратаыская, 51 - Лабогейская, 52 - Уютная, 53 - Сабриягинская, 54 - Западно-Сабриягинская.



Рис. 2. Схематические графики пластовых скоростей осадочного чехла по различным тектоническим структурам Большеземельской тундры.

1 - графики пластовых скоростей; 2 - линии корреляции выделенных пластов; 3 - предполагаемая стратиграфическая приуроченность пластов;

4 - границы литолого-стратиграфических комплексов по данным бурения (I - терригенного, II - карбонатного, III - терригенно-карбонатного).

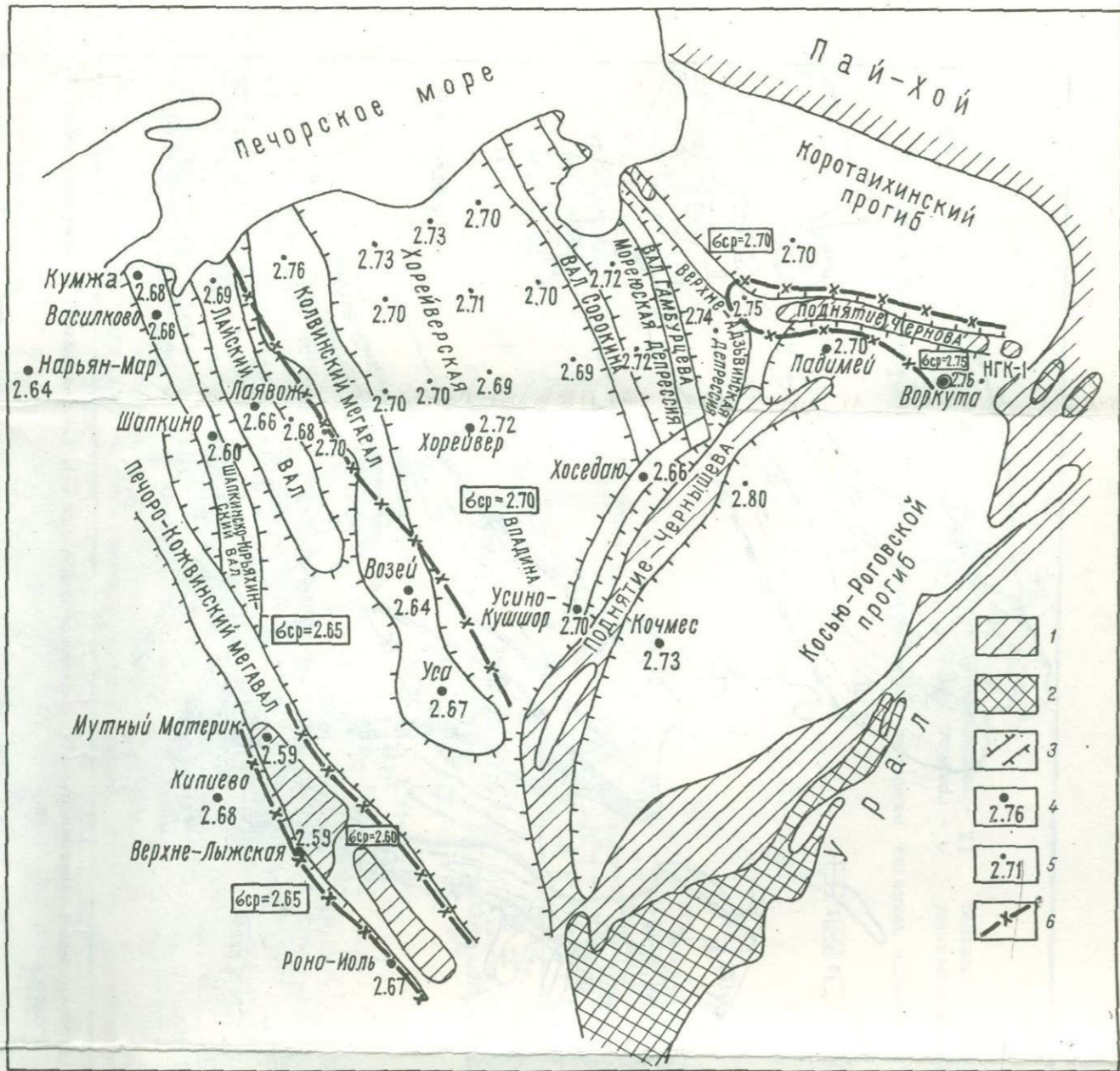


Рис.5. Схема распределения средневзвешенной плотности пород среднего карбонатного и нижнего терригенно-карбонатного комплексов совместно (ранняя пермь-ордовик).

1 - выходы палеозойских пород; 2 - выходы доордовикских образований; 3 - контуры структур; 4 - скважины и значения средневзвешенных плотностей, определенные по керну; 5 - точки пересчета скоростей упругих волн в плотности и значения рассчитанных средневзвешенных плотностей; 6 - границы участков с близкими значениями средневзвешенных плотностей.

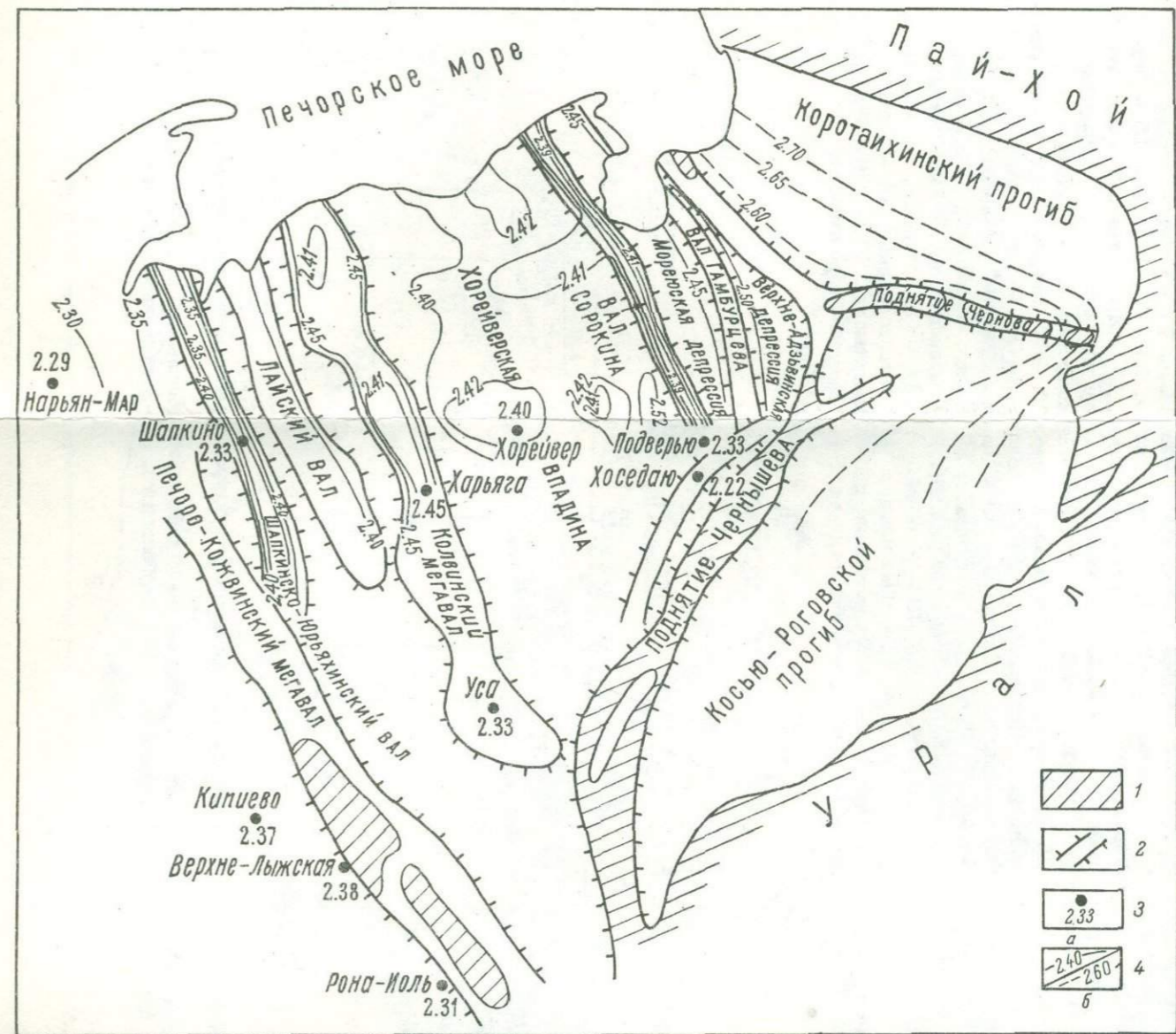


Рис.4. Схема распределения средневзвешенной плотности пород верхнего терригенного комплекса (отложения кайнозоя-ранней перми).

1 - выходы палеозойских пород; 2 - контуры структур; 3 - скважины и значения средневзвешенных плотностей, определенных по керну; 4 - линии равных плотностей, полученные путем пересчета скоростных параметров (а - достоверные, б - предполагаемые).

На первой схеме (рис.4) значения плотности в региональном плане увеличиваются в восточном направлении, причем горизонтальный градиент плотности возрастает начиная с районов Мореюской депрессии. На крупных положительных структурах средневзвешенная плотность комплекса несколько уменьшается из-за размыва плотных пермско-триасовых пород и соответственного увеличения в разрезе доли более рыхлых мезозойско-кайнозойских отложений. На второй схеме (рис.5) из-за малого количества сведений о пластовых скоростях нижней части осадочного чехла не проведены линии равных плотностей, а лишь отмечены расчетные точки, в которых пересчитывались скорости упругих колебаний в плотности. Средневзвешенные плотности нижних горизонтов осадочного чехла также возрастают в восточном направлении, достигая своего максимума в Воркутинском районе и на поднятии Чернова. В осевой части Коротайхинского прогиба и в районе скважины Падимей значения средневзвешенной плотности уменьшаются. Это скорее всего объясняется увеличением трещиноватости карбонатных отложений, что подтверждается и данными бурения. Так, при бурении скважины Падимей наблюдалось сильное поглощение промывочной жидкости карстовыми пустотами. Показательно, что по данным сейсмических исследований, проведенных на этом участке, установлены аномально низкие пластовые скорости в карбонатных отложениях. Возможно, что уменьшение средневзвешенной плотности комплекса связано также с увеличением доли терригенных осадков девона. Так, например, при бурении скважины Падимей были вскрыты терригенные отложения среднего девона с хорошими коллекторскими свойствами.

При трансформациях гравитационного поля в основном принимались во внимание плотности более дробных литологических толщ, определенные или по керну скважин (табл. 1), или расчетным способом. Значения эффективных плотностей на границах разделов комплексов корректировались с учетом зональных изменений плотностей по площади (рис.4,5).

Анализ материалов по плотностным свойствам пород осадочного чехла позволяет сделать следующие выводы.

1. В Большеземельской гундре средневзвешенная плотность верхнего терригенного комплекса ( $KZ_2 - P_1$ ) закономерно возрастает в восточном направлении. Начиная с районов Мореюской депрессии наблюдается значительно более резкий горизонтальный градиент плотностных свойств. Рост плотностей, по-видимому, связан с увеличением степени преобразования пород.

2. В восточном направлении возрастает средневзвешенная плотность объединенных среднего карбонатного и нижнего терригенно-карбонатного комплексов ( $P_1 - O$ ), достигая своего максимального значения в Воркутинском районе и на поднятии Чернова. Это явление, по всей вероятности, объясняется увеличением здесь доли карбонатных пород в нижних горизонтах разреза, а также присутствием в них пачек доломитов. Исключение составляют центральные районы Коротайхинского прогиба и район Падимейской структуры, где

происходит уменьшение средневзвешенной плотности нижних горизонтов осадочной толщи. Это может быть связано как с повышенной трещиноватостью карбонатных пород, так и с увеличением в разрезе количества терригенных отложений.

3. Значения эффективных плотностей на границе двух верхних комплексов (терригенного и карбонатного) в региональном плане закономерно уменьшаются в восточном и северо-восточном направлениях: от  $0,35 \text{ г/см}^3$  на юго-западе до нуля на северо-востоке.

На территории Большеземельской тундры и в соседних районах породы фундамента вскрыты в нескольких скважинах. Их плотностные свойства приводятся по материалам Ж.П. Попова за 1969–1975 гг. Верхняя вскрытая часть сланцевых пород фундамента относится к коре выветривания, плотность ее меняется от  $2,31$  до  $2,59 \text{ г/см}^3$ , а мощность достигает около  $100 \text{ м}$ . Средняя плотность метаморфических пород, вскрытых ниже коры выветривания, составляет  $2,73 \text{ г/см}^3$ . Вскрыты также и граниты с плотностью  $2,64 \text{ г/см}^3$ .

Данные гравиметрических и аэромагнитных съемок свидетельствуют о разнообразном вещественном составе пород фундамента Большеземельской тундры.

Сопоставляя плотностные свойства пород фундамента с соседними обнаженными районами Урала, можно предполагать, что диапазон изменения этих свойств находится в широких пределах – от  $2,6$  до  $3,2 \text{ г/см}^3$ . Следовательно, плотностная граница осадочный чехол-фундамент при максимальных значениях эффективной плотности на ней должна существенным образом отражаться в характере гравитационного поля даже при значительных ее глубинах.

Магнитные свойства. Верхний терригенный комплекс осадочных образований региона обладает незначительной магнитной восприимчивостью ( $\chi = 80-100 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$ ) и практически может считаться немагнитным. Следует отметить, что в Кортаихинском прогибе мощная толща терригенных отложений лестаншорской свиты триаса обогащена магнитными минералами и имеет повышенную  $\chi$  ( $400-500 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$ ). Кроме того, в низах этих отложений залегают два горизонта базальтов общей мощностью  $70-80 \text{ м}$  со средней  $\chi$   $5000 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$ . Карбонатные породы района являются практически немагнитными.

Магнитные свойства пород фундамента Большеземельской тундры почти не изучены. Поэтому нами были рассмотрены материалы по магнитным свойствам пород территории Урала и керна скважин Русской платформы, которые содержатся в работах Е.М. Ананьевой, Б.В. Дорофеева, Н.Б. Дортман, Н.В. Неволлина и др. (1962–1972 гг.). Основываясь на этих данных, можно предполагать, что магнитные свойства интрузивных и эффузивных пород фундамента меняются в очень широких пределах в зависимости от их вещественного состава. Однако даже среди одних и тех же пород встречаются как магнитные, так и немагнитные разности. Оценивая средние значения

Т а б л и ц а 1

Плотностные характеристики пород осадочного чехла, определенные по керну скважины Хорейвер-1

Номер толщи	Стратиграфическая привязка толщи	Средневзвешенная плотность пород, г/см <sup>3</sup>	Эффективная плотность на нижней границе толщи, г/см <sup>3</sup>	Средняя глубина залегания нижней границы толщи, км
I	KZ <sub>2</sub> -P <sub>1</sub>	2.34	0.25	2.0
II	P <sub>1</sub> -C	2.59	0.11	2.4
III	C - C <sub>1v</sub>	2.70	0.02	2.9
IV	C <sub>1v</sub> - D <sub>3</sub> fr	2.68	0.16	3.9
V	D <sub>3</sub> fr - Q	2.84	-	6.0

магнитной восприимчивости пород фундамента, можно сделать следующие выводы:

1) наименьшей  $\mathcal{K}$  обладают магматические породы кислого ряда ( $0-3100 \cdot 10^{-6}$  СГС); 2) наибольшую  $\mathcal{K}$  имеют основные и ультраосновные породы ( $540-6000 \cdot 10^{-6}$  СГС); 3) широкий диапазон изменения магнитных свойств имеют породы среднего состава, а также вторично измененные породы основного состава, которые могут быть как сильномагнитными, так и слабомагнитными; 4) практически немагнитными могут считаться различные метаморфические сланцы, а также вторично измененные породы кислого ряда ( $\mathcal{K} = 0-200 \cdot 10^{-6}$  СГС).

Совместный анализ плотностных и магнитных свойств пород фундамента показал: 1) магнитные породы как интрузивные, так и эффузивные имеют, как правило, прямую зависимость между их средней плотностью и средней магнитной восприимчивостью; 2) для метаморфических пород такой зависимости в ряде случаев не наблюдается. Например, кристаллические и кварцево-серицитовые сланцы имеют большую плотность и являются практически немагнитными, и, наоборот, серпентинизированные перидотиты могут обладать незначительной плотностью, но являются сильномагнитными. Геоэлектрические свойства пород осадочной толщи изучались при проведении электроразведочных работ методами вертикального электрического зондирования (ВЭЗ), магнито-теллурического профилирования (МТП), магнито-теллурического зондирования (МТЗ), а также по данным электрокаротажа скважин (материалы М.П. Шульдева, Е.С. Подловилина за 1967 г.). В осадочных отложениях выделяется несколько слоев различной проводимости: 1-й слой объединяет проводящие отложения кайнозоя и мела, имеющие мощность от 0 до 500 м (удельное электрическое сопротивление слоя  $\rho$  меняется от 5 до 10 Ом·м); 2-й слой соответствует породам

средней юры, достигающим мощности около 200 м ( $\rho$  меняется от 30 до 50 Омм); 3-й слой сложен хорошо проводящими породами триаса и перми мощностью 1500 м с  $\rho = 6-9$  Омм; 4-й слой является опорным горизонтом для метода ВЭЗ, он сложен карбонатными породами ранней перми, карбона и позднего девона мощностью 500-1500 м ( $\rho = 150-200$  Омм и более).

Разрез нижележащих отложений чехла изучен слабо. Условно их можно объединить в один слой пониженного удельного электрического сопротивления (1-10 Омм). Мощность этого слоя колеблется от 1000 до 4000 м. Не исключено, что в его пределах залегают отдельные пласты с повышенным удельным электрическим сопротивлением. Глубже залегают слои, мощность и удельное сопротивление которого практически можно считать бесконечными. Он является опорным горизонтом для методов МТЗ и МТП. В западной части Большеземельской тундры опорный горизонт приурочен к кровле метаморфических сланцев фундамента, в восточной стратиграфическая привязка его неясна.

Оценивая физические свойства горных пород как критерий применимости геофизических методов, можно сделать следующие общие выводы.

1. Территория благоприятна для проведения сейсмических исследований с целью изучения структуры осадочного покрова, поскольку его горизонты резко дифференцируются по упругим свойствам.

2. Территория благоприятна для проведения гравиметрических исследований с целью выявления структур в осадочной толще, так как осадочные образования четко дифференцируются по плотностным свойствам. Кроме того, данные гравиметрических съемок могут быть использованы для построения карты рельефа поверхности фундамента и карты его вещественного состава.

3. По материалам магнитометрических съемок возможно построение карты глубин до поверхности фундамента и карты его вещественного состава, так как основные магнитовозмущающие тела залегают в фундаменте. При этом не исключено, что отдельные магнитные массы могут присутствовать и в осадочном чехле.

Заполярные районы Предуральяского краевого прогиба благоприятны для проведения детальных магнитометрических исследований с целью геологического картирования, поскольку пермские и триасовые образования четко дифференцируются по магнитным свойствам.

4. Территория благоприятна и для проведения электроразведочных работ с целью оконтуривания структур в осадочной толще в тех случаях, когда карбонатные породы палеозойского возраста с высоким удельным электрическим сопротивлением залегают на небольших глубинах.

## Глава II. КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

### Сейсмогеологические особенности среды

Характеристика сейсмогеологических особенностей среды приведена по результатам собственных исследований автора (Запорожцева, 1973; Запорожцева и др., 1976), по опубликованным материалам (Топорская, 1970, 1971), а также рукописным работам Б.Г. Козлова (1972, 1973 гг.), А.А. Черепановой (1975 г.), Г.В. Цвилевой (1974 г.), А.В. Журавлевой (1975 г.).

Как уже указывалось, сейсмические исследования были проведены на отдельных разрозненных площадях. Отражающие границы подчас не имели уверенной стратиграфической привязки из-за отсутствия данных бурения. Вследствие этого одним и тем же отражающим границам в различных районах территории присваивались разные индексы. Все это вносило и вносит трудности при построении сводных структурных карт. Поэтому уже давно назрела необходимость пересмотра и увязки всего сейсмического материала в соответствии с новейшими данными бурения, результатами сейсмокаротажа скважин и метода вертикального сейсмического профилирования (ВСП).

Ниже рассматривается характер прослеживаемости основных отражений, регистрируемых на сейсмограммах, в зависимости от структурных особенностей региона (табл. 2, 3). Исследуемую территорию по характеру прослеживаемости отражений можно условно разделить на два района: западный и восточный. Западный район включает в себя площадь от Шапкинского-Юрьянского вала на западе до поднятий Чернова и Чернышева на востоке (рис. 1). Восточный район охватывает Коротайхинский и Косью-Роговской прогибы и разделяющее их поднятие Чернова.

Для западного района характерно в основном хорошее качество сейсмического материала. Ухудшение качества сейсмозаписи связано с неблагоприятными условиями возбуждения и приема упругих колебаний, т.е. с заболоченностью отдельных участков, с резким расчленением рельефа местности, с присутствием в забое взрывных.

Т а б л и ц а 2

Стратиграфическая привязка отражений в различных тектонических зонах

№ п.п.	Зона	Индексы отражений, их стратиграфи				
		I	a <sub>1</sub>	II	V <sup>1</sup>	V
1	Денисовская структурная зона, Колвинский мегавал, Хорейверская впадина	Средняя юра, 0,6-0,8	Кровля триаса, 0,9	Ранний триас, 1,18	Кровля поздней перми-низы триаса, 1,5	
2	Вал Сорокина: север	0,6-0,8*	-	-	-	-
	юг	-	0,6-0,8*	-	-	0,7-1,3*
3	Мореюская депрессия	0,55-0,75 <sup>x</sup>	-	-	-	1,25-1,4*
4	Вал Гамбурцева: север	0,4-0,55*	-	-	0,35-0,45*	-
	юг	-	-	-	-	-
5	Верхне-Адзъвинская депрессия: север	Средняя юра, кровля триаса, 0,4	-	-	-	-
	юг	Средняя юра - кровля триаса, 0,3-0,5	-	-	0,7-1,1*	-

П р и м е ч а н и е. Звездочкой отмечены значения, которым соответствует

(западный район Большеземельской тундры)

Стратиграфическая привязка, время прихода отраженной волны t <sub>0</sub> (в с)							
IIIa	III	IУ	IУ <sup>1</sup>	У	УI	УII	УIII
Ранняя пермь (кунгурс-кий ярус), 1,65-1,75	Ранняя пермь (ассель-ский-сакмарский ярус), кровля карбона, 1,8-2,05	Ранний карбон (ангид-риты ви-зейского яруса), 2,1-2,2	Кровля девона, 2,2-2,3	Поздний девон (ранне-франский подъярус), 2,4-2,6	Средний девон, 2,6 и более	Ранний силур-кровля ордовика, 3,1	Кровля фундамен-та? 3,9
0,9-1,2*	1,1-1,4*	-	Кровля девона	1,7-2,0*	Нет привязки, 2,7-3,1		-
-	1,1-1,4*	1,3-1,4*	-	1,7-2,0*	Нет привязки, 2,7-3,1		-
1,45-1,6*	1,1-1,6*	1,5-2,0*	-	1,6-2,5*	Нет привязки, 3,0-3,2		-
-	-	0,9-0,16*	-	1,4-1,56*	-	Ордовик? 2,6-2,8	-
-	-	1,1-1,2*	-	1,4-1,56*	-	Ордовик? 2,3-2,6	-
-	0,9-1,2*	1,0-1,65*	-	1,45-2,15*	-	Ордовик? 2,5-3,1	-
-	1,4-1,68*	1,4-1,93*	-	1,95-2,35*	-	Ордовик? 2,5-3,1	-

вует такая же стратиграфическая привязка, как и в зоне 1.

Т а б л и ц а 3

Стратиграфическая привязка отражений в Коротайхинском и Косью-Роговском прогибах (восточный район Большеземельской гундры)

Зона	Индексы отражений, их, стратиграфическая привязка, время прихода отраженной волны (в с)							
	T	T-P	P	I-I	C	D	S	Ф
Коротайхинский прогиб	Кровля лестаншорской свиты триаса, 0.25-1.7	Поверхность размыва между триасом и пермью, 0.55-2.1	Верхи поздней перми, 0.6-1.3	Кровля интинской свиты поздней перми, 0.5-2.0	Кровля карбона, 0.9-3.1	Низы карбона-кровля девона? 1.2-3.1		Ордовик? 2.2-3.8
Косью-Роговской прогиб	-	-	Кровля интинской свиты поздней перми, 0.23-1.3	-	Кровля карбона, 0.9-2.3	Низы карбона-кровля девона, 2.5-3.0	Ордовик? 2.82-3.15	-

скважин песков. Ухудшение сейсмической записи и более сложный характер волнового поля наблюдаются также на участках со сложной тектоникой, например на крыльях высокоамплитудных структур. Это связано с крутыми углами наклона отражающих площадок и возможным присутствием дизъюнктивных нарушений.

Полезная запись, регистрируемая на сейсмоленге, состоит из 10–12 отражений, расположенных во временном интервале от 0,5–до 3,5 с. Отражения, как показал их анализ на кратность, однократны, т.е. соответствуют реальным геологическим границам, которые подтверждены материалами бурения, сейсмокаротажа скважин и метода ВСП. На высокоамплитудных структурах прослеживается гораздо меньшее количество отражений из-за резкого выклинивания горизонтов в верхней части разреза (табл. 2, 3). Стратификация отражений в западном районе довольно уверенная, так как именно здесь пробурено наибольшее количество скважин. По кинематическим и динамическим признакам отражения можно разделить на две основные группы: отражения, относимые к терригенному комплексу пород (I,  $a_1$ , II, B, III<sup>a</sup>), и отражения, приуроченные к карбонатному и карбонатно-терригенному комплексам пород (III, IV, IV<sup>1</sup>, V, VI, VII). Для восточного района характерны увеличение количества отражений и уменьшение между ними временного интервала. Это связано с увеличением слоистости (ритмичности) разреза во внутренних районах Предуральского краевого прогиба. Большинство отражающих горизонтов здесь непротяжены и прослеживаются только в пределах локальных участков, что зависит, по всей вероятности, от резких изменений физических свойств отражающих границ, вызванных, видимо, фаціальными замещениями пород.

Группа отражений I– $a_1$  прослеживается на основной части территории. Регистрация отражений группы полностью отсутствует на поднятии Чернова, в Коротяхинском и Косью-Роговском прогибах. Фактически группа отражений получена от двух отражающих границ:  $a_1$ , приуроченной к отложениям позднего триаса, и I, связываемой с кровлей среднеюрских осадков. На участках, где наблюдается интенсивный размыв среднеюрских отложений, отделить отражения друг от друга практически бывает невозможно. Например, в южной части вала Сорокина, на Нерчейской структуре, прослеживается отражающая граница  $a_1$ , а севернее, на Осоевской, — уже граница I. На Ярейягинской структуре отражающая граница I ( $a_1$ ) отождествляется с поверхностью размыва позднепермских пород, так как здесь полностью размывы отложения средней и ранней юры и даже триаса. Таким образом, группа отражений I– $a_1$  в районах вала Сорокина скорее всего получена от поверхности размыва, и в зависимости от его интенсивности меняется стратиграфическая привязка отражений в диахазоне от кровли средней юры до кровли верхней перми.

Отражение II прослеживается в западной области спорадически, а именно на участках, характеризующихся увеличением мощности триасовых осадков. Отражение получено от границы, залегающей в

кровле нижнего триаса. В Коротаихинском прогибе этому отражению, вероятнее всего, соответствует отражение  $T$ , приуроченное к кровле лестаншорской свиты.

Отражение  $B$  хорошо прослеживается на крайнем западе территории, в южных частях вала Сорокина, Мореюской и Верхне-Адзвинской депрессий. В северных районах перечисленных структур это отражение вообще отсутствует, а иногда образует зону интерференции с отражениями, прослеживаемыми на больших временах (например, в районе Седьягинской структуры). Таким образом, характер прослеживаемости отражения тесным образом связан с распространением и мощностью верхнепермских отложений. Ухудшение регистрации отражения также находится в прямой зависимости от интенсивности размыва этих отложений.

Отражение  $III^a$  регистрируется почти повсеместно, за исключением высокоамплитудных структур вала Гамбурцева, поднятий Чернова, Чернышева и Вашуткинско-Талютинской приразломной структуры. Оно приурочено к кровле кунгурского яруса верхней перми. В северной части Варандей-Адзвинской структурной зоны прослеживание этого отражения затруднено из-за резкого сокращения мощностей терригенных нижнепермских отложений. На сейсмограммах регистрируется сложная интерференционная запись отражений  $B, III^a$  и  $III$ . Отождествление отражения  $III^a$  затруднено также и в южной части вала Сорокина, что связано скорее всего не со сложной тектонической обстановкой, а с изменением физических свойств отражающей границы. По данным ВСП, в скважине, пробуренной на Ярейягинской структуре, отражений от границ кунгурского яруса не получено.

В центральной и северо-восточной частях Коротаихинского прогиба фиксируются отражения  $P$  и  $P^{II}$  от границ, залегающих в верхах верхней перми, и отражение  $I-I$  от границы, приуроченной к кровле интинской свиты. Отражение  $I-I$ , по всей вероятности, является аналогом отражения  $P$ , прослеженного в Воркутинской структурной зоне.

Отражения карбонатного комплекса  $III, IV$  и  $V$  прослеживаются в западном районе территории почти повсеместно. Отражение  $III$  по существу включает в себя группу отражений, причем в одних районах лучше прослеживаются отражения от кровли карбонатных пород ранней перми (Денисовская структурная зона, южная часть вала Сорокина), а в других районах, наоборот, — отражение от кровли каменноугольных отложений (Ярейягинская структура). Этот вывод подтверждается данными ВСП скважины, пробуренной на Ярейягинской структуре. Здесь четко регистрируются два самостоятельных отражения: от кровли карбонатных пород нижней перми и от кровли каменноугольных отложений. В Коротаихинском прогибе и на севере Косью-Роговского прогиба прослеживается отражающий горизонт  $C$ , который привязывается к кровле каменноугольных отложений и, следовательно, является аналогом горизонта  $III$ .

Отражение 1У получено от кровли ангидритов визейского яруса и прослеживается только на западе территории. Оно не регистрируется в районах Коротайхинского и Косью-Роговского прогибов, где, по геологическим данным, пачка ангидритов отсутствует. Иногда отражение 1У интерферирует с отражением  $1У^1$ , полученным от границы, залегающей в кровле девона. Поскольку отождествление отражений 1У и  $1У^1$  визуально через зоны интерференции затруднено, автором совместно с В.А. Курильчик была предпринята попытка разделения этих отражений при помощи спектрального анализа. Амплитудно-частотные спектры рассчитывались на ЭЦВМ „Минск-22” в Опытной-методической партии УТГУ. Анализ спектров показал, что волны 1У и  $1У^1$  имеют несколько разные амплитудно-частотные характеристики, и, следовательно, подтверждается положение о том, что имеют место две отраженные волны, регистрируемые в малом временном интервале. Таким образом, прослеживаемые волны не являются „чистыми”. Обычно на сейсмограммах регистрируются близкие по характеристикам группы волн. Так, в южной части вала Сорокина лучше динамически выражено отражение 1У, а в северной части названной структуры в связи с региональным нарастанием мощности девонских отложений четко прослеживается отражение  $1У^1$ .

Отражение У в западном районе приурочено к смене карбонатных пород терригенно-карбонатными и стратиграфически приурочено к нижнефранскому подъярису верхнего девона. В восточном районе, в Коротайхинском и на севере Косью-Роговского прогиба, отмечено отражение D от границы, стратиграфическая привязка которой предположительна. По данным скважины, пробуренной на Ярвожской структуре, зона перехода от карбонатных отложений к терригенно-карбонатным приурочена к кровле отложений верхнего девона. В таком случае отражающий горизонт D в зоне прогиба скорее всего следует относить к низам карбона-кровле верхнего девона.

По данным ВСП скважины Хорейвер, отражение VII получено от кровли ордовикских образований. По всей вероятности, отражение Ф, прослеженное в Коротайхинском прогибе, является аналогом отражения VII. В пользу этого предположения свидетельствует постоянство временного интервала между отражениями У и VII в западном районе и отражениями Ф и D восточного района. Отражение S, фиксируемое на севере Косью-Роговского прогиба, скорее всего, также является аналогом отражения VII, так как и здесь сохраняется постоянство временного интервала между соседними отражениями. Стратиграфическая привязка отражения VII весьма условна. Возможно, что в разных областях мы имеем дело не с одним, а с несколькими отражениями от границ, залегающих на разных уровнях ранне-силурийско-ордовикской толщи.

Следует отметить, что отождествление отражений западного и восточного районов проведено весьма условно. В Предуральском прогибе меняются кинематические и динамические признаки волн вследствие резкого изменения литолого-фациального состава осадков и степени их преобразования. Кроме того, эти районы характе-

ризуются сложной тектоникой, обусловившей на сейсмической записи множество зон интерференции, появление дифрагированных волн, потерю корреляции основных отражений. Для отождествления отражений и их стратификации в зонах прогиба требуется большое количество буровых данных, данных сейсмокаротажа скважин и ВСП, а имеющихся на сегодняшний день материалов пока явно недостаточно. На основании всего сказанного следуют обобщающие выводы.

1. Характер прослеживаемости основных отражений главным образом связан со структурой региона, в особенности с изменением мощности отдельных осадочных комплексов.

2. Как правило, на сейсмограммах присутствует не одно, а группа отражений. Эта группа с увеличением мощности осадков может распадаться на отдельные отражения, приуроченные к границам, залегающим на различных стратиграфических уровнях. С уменьшением мощности отложений волны могут интерферировать друг с другом. В последнем случае при прослеживании отражений можно легко перейти с одного на другое. Чрезвычайно важно учитывать этот момент при выполнении структурных построений.

#### Х а р а к т е р и с т и к а г р а в и т а ц и о н н ы х а н о м а л и й

Районирование гравитационного поля. Геологическое истолкование данных гравиметрических съемок проводилось неоднократно. Однако исследователи не пришли к единому выводу относительно природы гравитационных аномалий. Одни из них (Полетаев и др., 1969) считали, что основной плотностной границей является поверхность карбонатных отложений и что гравитационное поле отображает ее рельеф. Другие полагали, что в западном районе Большеземельской тундры аномальное гравитационное поле обусловлено внутренним строением фундамента, а в восточном (районы Предуральского краевого прогиба) превалирует влияние рельефа карбонатных отложений.

В нашей работе объяснение гравитационных аномалий предлагается на основе применения метода геологических разделений. Для изучения природы гравитационного поля сначала было выполнено его районирование. Оно проводилось по морфологии, амплитуде, знаку, простиранию и величине аномалий, по интенсивности горизонтального градиента и ряду других признаков. Результаты районирования представлены в табл.4 и на рис.6. Было рассмотрено чисто качественное соотношение структур осадочного чехла, выявленных сейсмическими и буровыми исследованиями и гравитационными аномалиями. В районе А Денисовская зона пониженных значений силы тяжести имеет поперечные размеры, меньшие, чем соответствующая ей в плане Денисовская структурная зона. Колвинская зона положительных значений силы тяжести, наоборот, имеет поперечные размеры большие, чем соответствующий ей Колвинский мегавал (рис.1,6).

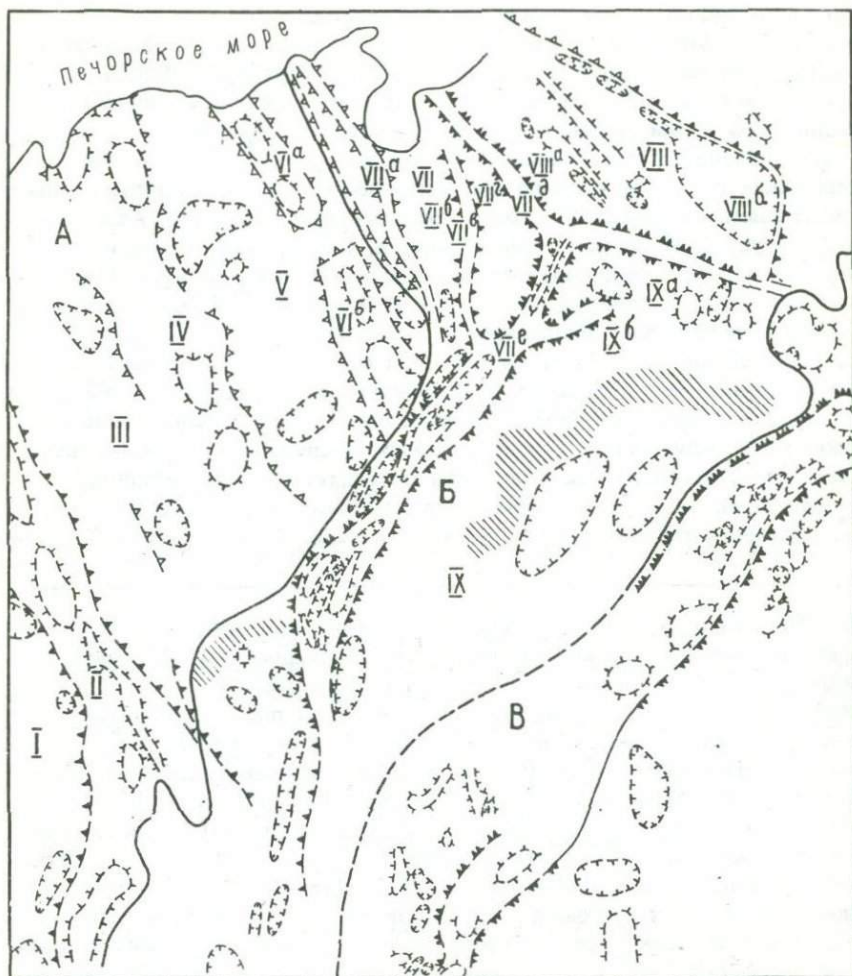


Рис.6. Схема районирования гравитационного поля. Составлена Е.М. Ананьевой, Б.В. Дорофеевым, И.В. Запорожцевой.

1 - границы аномальных районов (1-го порядка); 2 - границы зон, резко отличающихся по характеру поля (2-го порядка); 3 - локальные гравитационные максимумы; 4 - локальные гравитационные минимумы; 5 - градиентные зоны: а - слабого градиента, б - среднего, в - повышенного, г - высокого, д - интенсивного градиента. А - район преимущественного развития широких положительных и отрицательных аномалий северо-западного простирания, как правило, небольшой интенсивности, чередующихся друг с другом; I - Ижемская зона преимущественно пониженного гравитационного поля;

Ряд интенсивных положительных и отрицательных гравитационных аномалий в Хорейверской зоне вообще не совпадает с какими-либо структурами осадочного чехла, и, наоборот, структуры Шапкинско-Юрьянского и Лайского валов не находят своего отражения на среднемасштабной гравиметрической карте.

Для района Б, как правило, характерно прямое отображение тектонических структур в гравитационном поле. Так, Адзвинская зона гравитационных аномалий строго соответствует Варандей-Адзвинской структурной зоне. Валам Сорокина, Гамбурцева, поднятия Чернова и Чернышева соответствуют четкие положительные полосовые аномалии. Депрессии Мореюская и Верхне-Адзвинская отображаются относительно пониженными значениями гравитационного поля. Коротайхинская и Косью-Роговская отрицательные зоны аномалий гравитационного поля в плане совпадают с Коротайхинским и Косью-Роговским прогибами. Границы впадин четко оконтуриваются полосами максимальных горизонтальных градиентов. На юго-западном борту Коротайхинского прогиба относительно положительной локальной аномалией оконтуривается Центрально-Коротайхинская приразломная структура. На северо-восточном борту прогиба локаль-

---

II - Печорская зона интенсивных полосовых аномалий; III - Денисовская зона отрицательных или относительно пониженных значений силы тяжести; IY - Колвинская зона положительных значений силы тяжести; Y - Хорейверская зона относительно пониженных значений силы тяжести; Y1 - Верхне-Колвинская зона положительных значений силы тяжести (Y1<sup>a</sup> - Верхне-Колвинский гравитационный максимум, Y1<sup>b</sup> - Хоседа-Хардский гравитационный максимум). Б - район, объединяющий по морфологии участки поля; VII - Адзвинская зона положительного гравитационного поля, характеризующаяся интенсивными полосовыми аномалиями (VII<sup>a</sup> - интенсивная полосовая аномалия, соответствующая валу Сорокина, VII<sup>b</sup> - участок относительно пониженных значений силы тяжести, соответствующий Мореюской депрессии, VII<sup>b</sup> - интенсивная полосовая аномалия, соответствующая валу Гамбурцева, VII<sup>г</sup> - участок относительно пониженных значений силы тяжести, соответствующий Верхне-Адзвинской депрессии, VII<sup>д</sup> - интенсивная полосовая аномалия, соответствующая поднятию Чернова, VII<sup>e</sup> - интенсивная полосовая аномалия, соответствующая поднятию Чернышева; VIII - Коротайхинская зона отрицательных аномалий силы тяжести северо-западного простирания, соответствующая Коротайхинскому прогибу; IX - Усинская зона преимущественно отрицательных значений силы тяжести, соответствующая Косью-Роговскому прогибу (IX<sup>a</sup> - Воркутинская подзона положительного поля с преобладанием аномалий мозаичного характера, IX<sup>b</sup> - Роговая подзона отрицательного поля с преобладающим северо-восточным простиранием аномальных зон). В - район сложного поля с наличием интенсивных положительных аномалий, соответствующий Уралу.

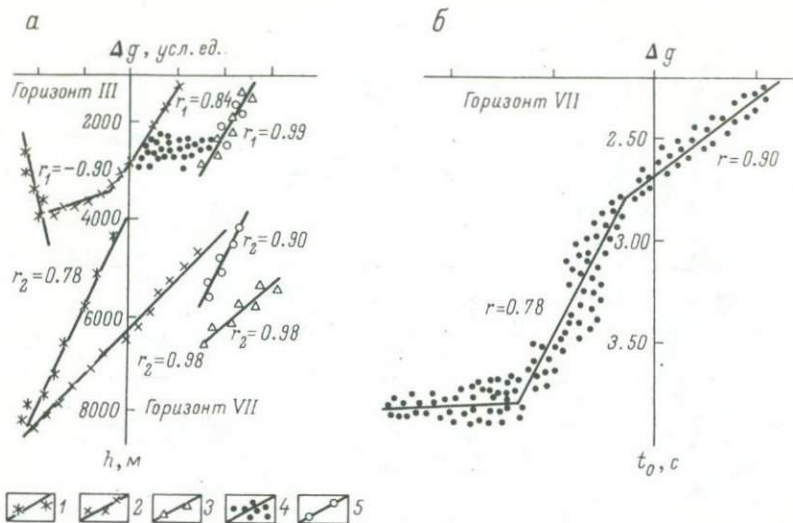


Рис. 7. Графики корреляционной зависимости между сейсмическими и гравиметрическими данными.

а – зависимость между глубинами залегания отражающих горизонтов и значениями аномалий силы тяжести; б – зависимость между временами прослеживания отражающего горизонта VII и значениями аномалий силы тяжести для Коротайхинской зоны. Корреляционные зависимости, характерные: 1 – для северо-восточной части Коротайхинской зоны, 2 – для юго-западной части Коротайхинской зоны, 3 – для Адзэвинской зоны, 4 – для Хорейверской, Колвинской и Денисовской зон, 5 – для восточной части Печорской зоны.

ные поднятия, намеченные сейсморазведкой, в гравитационном поле не прослеживаются.

Для того чтобы установить характер связи между аномалиями гравитационного поля и структурами осадочного чехла, было проведено районирование гравитационного поля на основе установления корреляционных связей между сейсмическими и гравиметрическими данными. Сущность методики (Брюсов, 1964; Арабаджи и др., 1968) сводится к статистическому определению по сейсмическим профилям корреляционной зависимости между глубиной залегания маркирующего сейсмического горизонта и величиной наблюдаемой аномалии силы тяжести ( $\Delta g$ ), а также распространению этой зависимости на прилегающую территорию. Таким образом, были построены графики статистической корреляции между гравитационными аномалиями и отражающими горизонтами III и VII по региональному сейсмическому профилю II и вычислены коэффициенты корреляции  $r_1$  и  $r_2$  для отдельных зон территории (рис. 7), где  $r_1$  – коэффициент кор-

Т а б л и ц а 4  
 Районирование гравитационного поля Большеземельской тундры

Район	Зона	Подзона	Ориентация	Ширина, км	Соотноше- ние длины и ширины	Средний	Интенсив- ность ло- кальных аномалий $L$	Градиент поля
						уровень поля $H$		
А	I Ижемская	-	С-3	30	1	-30	30	60
	II Печорская	-	"	15	5	150	200	200
	III Денисовская	-	"	40	2	0	50	60
	IV Колвинская	-	"	40	2	50	80	60
	V Хорейверская	-	"	35	1-2	20	60	60
	VI Верхне-Колвинская	-	"	25	3	100	180	100
Б	VII Адзвинская	VII <sup>a</sup> Сорокинская	С-3	10	7	-100	160	120
		VII <sup>b</sup> Морейская	"	25	3	70	120	60
		VII <sup>b</sup> Гамбурцева	С	10	6	180	120	200
		VII <sup>г</sup> Верхне-Адзвинская	С-В	25	3	100	80	60
		VII <sup>д</sup> Чернова	3-С-3	30	7	150	210	400
		VII <sup>e</sup> Чернышева	С-В	30	7	150	250	400
	VIII Коротайхинская	VIII <sup>a</sup> Юго-Западная	С-3	10	4,5	-100	40-50	100
		VIII <sup>b</sup> Северо-Восточная	"	15-35	2	-200	120	100
	IX Усинская	IX <sup>a</sup> Воркутинская	Разная	10-30	1-2	20	20-140	50-120
		IX <sup>b</sup> Роговская	С-3*	25	1,4	-200	4050	100
			С-В***	25	2,4	-350	350	100

\* Западная часть подзоны.

\*\*\* Восточная часть подзоны.

реляции между отметками глубин залегания горизонта III и значениями аномалии силы тяжести;  $r_2$  — коэффициент корреляции между отметками глубин залегания горизонта VII и значениями аномалии силы тяжести. Выбор сейсмических горизонтов обусловлен тем, что они отображают различные структурные планы верхних и нижних горизонтов осадочной толщи. По значениям вычисленных коэффициентов корреляции  $r_1$  и  $r_2$  были уточнены вышеотмеченные зоны и подзоны (рис. 6, табл. 4).

В северо-восточной подзоне Коротайхинской зоны отсутствуют устойчивые корреляционные связи между значениями  $\Delta g$  и глубинами до отражающего горизонта III. Для крайнего северо-востока названные величины характеризуются даже отрицательным коэффициентом корреляции  $r_1$ . В то же время существуют прямые корреляционные зависимости между значениями  $\Delta g$  и глубинами до отражающего горизонта VII с коэффициентом корреляции  $r_2$ , равным 0.78. В северной части Адзъвинской зоны и в юго-западной подзоне Коротайхинской зоны величины аномалий  $\Delta g$  и глубины до горизонтов III и VII связаны линейной функциональной зависимостью и характеризуются высокими коэффициентами корреляции ( $r_1 = 0.84 - 0.99$ ,  $r_2 = 0.90 - 0.98$ ).

Хорейверской, Колвинской и Денисовской зонам вообще не присущи какие-либо корреляционные связи между гравитационными аномалиями и рельефом сейсмических границ, и, наконец, для восточной части Печорской зоны вновь устанавливается прямая корреляционная связь между величинами  $\Delta g$  и глубинами до отражающих горизонтов ( $r_1 = 0.99$ ,  $r_2 = 0.90$ ). Наиболее устойчивые связи между рельефом сейсмических границ и аномалиями силы тяжести характерны для северной части Адзъвинской зоны.

С целью более тщательного анализа рассматриваемых корреляционных связей в Коротайхинской зоне был построен график корреляционной зависимости между значениями силы тяжести и временами прослеживания наиболее глубокого горизонта, предположительно связываемого с кровлей ордовикских образований (рис. 7, б). Названные величины снимались с карты изохрон отражающего горизонта VII и гравиметрической карты по квадратной сетке со стороной ячейки 2.5 км. Преимущество этого приема по сравнению с методикой Б.А. Брюсова заключается в том, что графики статистической корреляции не искажаются в результате наложения ошибки в определение скорости до маркирующего горизонта, если, конечно, таковая имеется.

Из графика следует, что прямые корреляционные связи между  $\Delta g$  и  $t_0$  ( $r_1 = 0.78 - 0.90$ ) наблюдаются только в интервале небольших значений изоаномал. При больших отрицательных значениях  $t_0$  практически остается постоянным и равным 3.8 с — свидетельство того, что интенсивное отрицательное поле силы тяжести обусловлено, по-видимому, еще и другими причинами.

Оценка гравитационного влияния литолого-стратиграфических комплексов осадочного покрова. В процессе исследований были

предприняты попытки количественной оценки гравитационного влияния различных вещественных комплексов пород при помощи геологического разделения, предложенного еще в 1963 г. Ю.И. Никольским. Преимущество этого метода над другими (различные методы осреднения поля  $\Delta g$ , пересчет исходных данных на высоту и глубину) заключается в том, что он включает в себя помимо данных гравиметрии все имеющиеся геолого-геофизические материалы - повышает достоверность получаемых трансформированных карт.

Как известно (Фотиади, 1958), аномальное поле силы тяжести на платформе является суммой возмущающих факторов:  $\Delta g = I + II + III$ , где I - влияние глубинных факторов, находящихся преимущественно в нижних частях земной коры и на ее нижней границе, II - влияние структурно-вещественных неоднородностей фундамента, III - влияние тех же неоднородностей, но внутри осадочного покрова. Последние в свою очередь разделяются на составляющие, обусловленные влиянием отдельных крупных литолого-стратиграфических комплексов.

Гравитационное влияние литолого-стратиграфических комплексов осадочного чехла Большеземельской тундры оценивалось на площадях, где были построены сводные структурные карты по сейсмическим данным. Оценка производилась на ЭЦМ Минск-22 по программе, разработанной в Опытно-методической партии УТГУ и предусматривающей полный учет влияния осадочных отложений. Машинной производилось последовательное вычитание гравитационного влияния слоя из исходного наблюдаемого поля. При решении задачи использовался интеграл 
$$V_z(M_0) = f \sigma_{\text{эф}} \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{\alpha} \frac{\rho z d\alpha dp dz}{(\rho^2 + z^2)^{3/2}},$$

где  $V_z(M_0)$  - значение аномалии в точке  $M_0$ ,  $\sigma_{\text{эф}}$  - эффективная плотность,  $f$  - гравитационная постоянная,  $z(\rho, \alpha)$  - функция рельефа контактной поверхности,  $\rho, \alpha$  - ее координаты.

После ряда преобразований решение этого интеграла сводилось к решению интеграла Пуассона. На основе последнего построена специальная интегрирующая палетка, при помощи которой на электронно-цифровой машине выполнялись практические расчеты. Расчетные точки располагались по квадратной сетке со стороной ячейки, равной 2 км.

Для решения задачи вся осадочная толща была расчленена на комплексы пород, заключенные между основными отражающими горизонтами. Для каждого из комплексов определялась его средневзвешенная плотность по керну скважин или расчетным способом. Характер изменения эффективных плотностей на контактных поверхностях по площади учитывался на основе построенных карт (рис. 4, 5). Пример расчета средних и эффективных плотностей приводился выше в табл. 1.

Как видно из табл. 1, наибольшая эффективная плотность наблюдается на границе I и II комплексов, наименьшая - IV и V комплексов. Поскольку первая граница ближе других расположена к

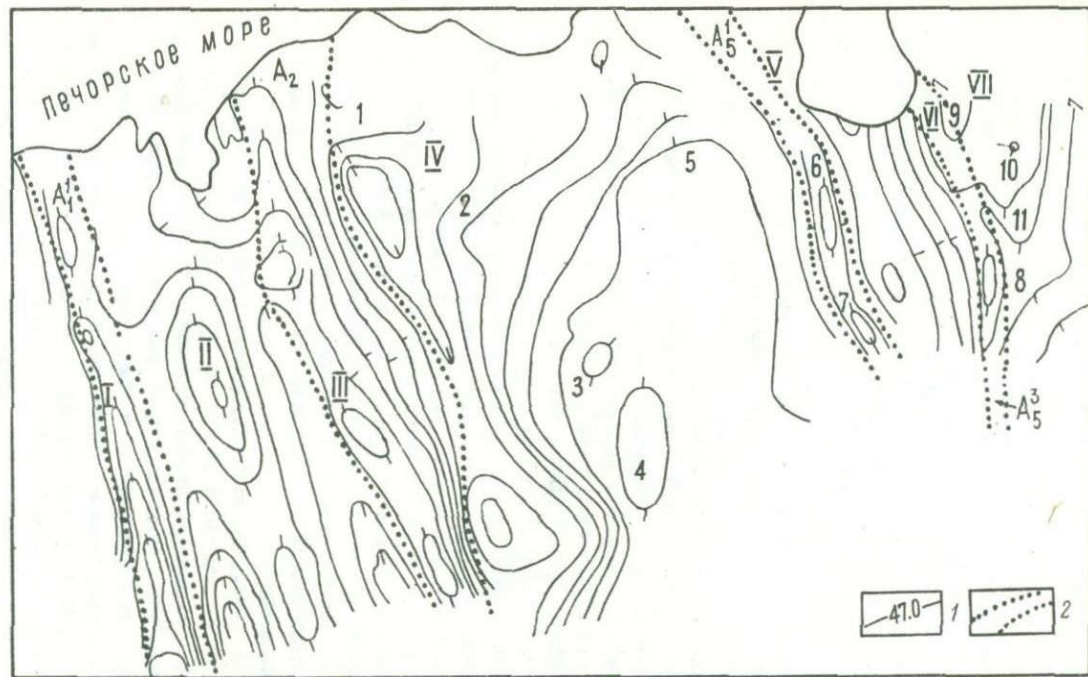


Рис.8. Схематическая карта гравитационного влияния структур осадочного покрова.

1 - линии равных значений трансформированного гравитационного поля (в усл.ед.); 2 - контуры некоторых главных структур (наименование структур см. на рис.1). Аномалии трансформированного гравитационного поля, соответствующие структурам: I - Шапкино-Юрьянскому валу, II - Лайскому валу, III - Колвинскому мегавалу, IV - Хорейверской впадине, V - валу Сорокина. Аномалии от локальных структур (на карте): 1 - Вангурейской, 2 - Нярачальтской, 3 - Урерьягинской, 4 - Хорейверской, 5 - Восточно-Хорейверской, 6 - Седьягинской, 7 - Ярейягинской, 8 - Надеюской, 9 - Лекейягинской, 10 - Северо-Сарембойской, 11 - Сарембойской,

дневной поверхности, несомненно, что гравитационный эффект от него будет превалирующим. Эффективные плотности на других нижележащих границах имеют небольшие величины и не должны создавать значительного гравитационного эффекта. Поэтому задача решалась следующим образом. Сначала оценивалось гравитационное влияние первого комплекса пород и вычиталось из наблюдаемого поля  $\Delta g$ . Далее, исходя из принципа суперпозиции (Андреев, Клушин, 1965), были просуммированы гравитационные эффекты II-V комплексов, и их суммарный гравитационный эффект также вычитался из наблюдаемого поля  $\Delta g$ . В результате нами были получены схематические карты гравитационного влияния структур осадочной толщи, а также гравитационного влияния вещественной неоднородности пород фундамента и глубоких границ земной коры (рис.8).

Рассмотрим первую карту (рис.8). Поскольку Лаявожская структура широкая и пологая, не создающая значительных градиентов в гравитационном поле, она не отмечается на среднемасштабной гравиметрической карте. Шапкинско-Юрьянский вал имеет амплитуду в среднем 1000 м и теоретически должен выделяться в гравитационном поле локальными аномалиями.

Однако при среднемасштабной гравиметрической съемке Шапкинско-Юрьянский вал в гравитационном поле не выделяется, а при более детальной съемке его локальные структуры отмечаются лишь некоторыми изгибами изоаномал. Отсутствие четких аномалий над структурами Шапкинско-Юрьянского вала, на наш взгляд, объясняется тем, что положительный гравитационный эффект от структур затушеван интенсивными положительными аномалиями, по площади приуроченными к крыльям вала и вызванными, по всей вероятности, интрузиями основного состава в фундаменте. Это подтверждается еще и тем, что интенсивные аномалии в плане совпадают с интенсивными положительными максимумами магнитного поля. Гравитационный эффект от структур Колвинского мегавала представляет собой серию локальных аномалий. Они также не отмечаются на фоне интенсивных гравитационных аномалий, создаваемых интрузиями в фундаменте.

Вообще район А (рис. 6) наиболее неблагоприятен в смысле выявления структур в осадочной толще по гравитационным аномалиям. Дело в том, что радиус автокорреляции аномалий, вызываемых интрузиями в фундаменте, соответствует радиусу автокорреляции аномалий, вызываемых структурами в осадочном чехле. В ряде случаев аномалии, обусловленные различными геологическими объектами, сливаются, образуя единую широкую аномальную зону (например, Колвинскую зону положительных значений силы тяжести). В силу этого при помощи механических трансформаций гравитационного поля (различные методы осреднения, пересчет поля  $\Delta g$  на высоту, вычисление вторых и третьих производных гравитационного потенциала) иногда невозможно разделить аномалий по геологическим объектам (рис.9). Вероятно, что при проведении крупномасштабной

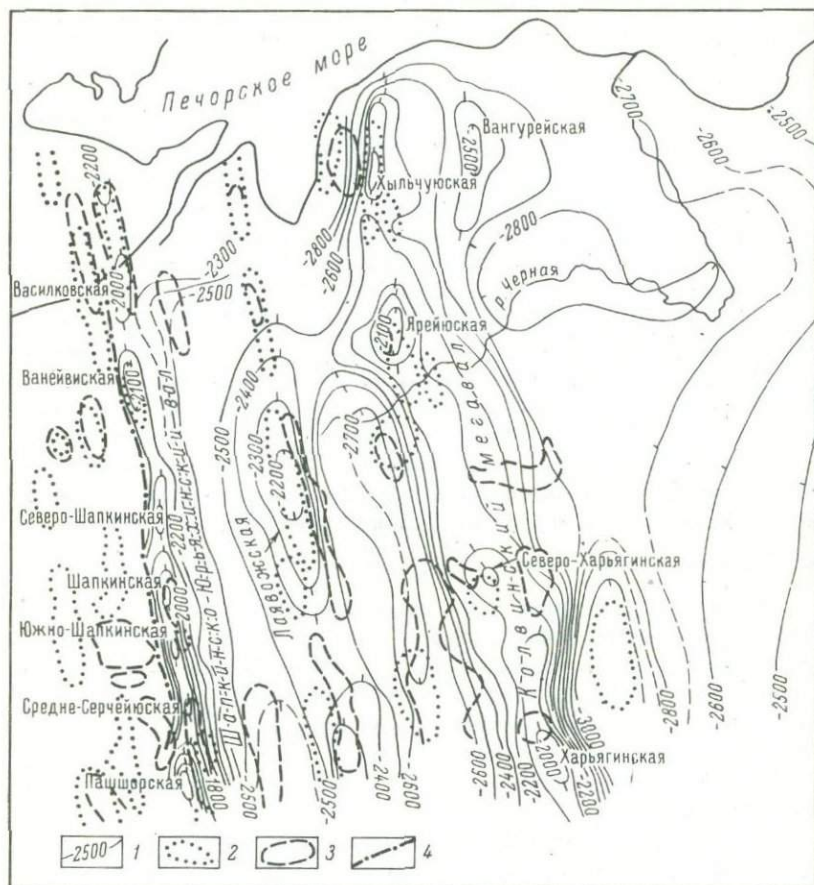


Рис.9. Схема сопоставления локальных гравитационных и магнитных аномалий со структурами в осадочном чехле.

1 - изогипсы рельефа поверхности карбонатных отложений (в м);  
 2 - контуры локальных гравитационных аномалий; 3 - контуры локальных магнитных аномалий; 4 - линии дизъюнктивных нарушений. Локальные гравитационные и магнитные аномалии получены при осреднении потенциальных полей.

гравитационной съемки наметились бы более четкие закономерности между локальными аномалиями гравитационного поля и структурами осадочного чехла.

В районе Б (рис.6) наблюдается прямое отражение основных структур осадочного покрова в наблюдаемом поле силы тяжести. Так, вал Сорокина, имеющий амплитуду по кровле каменноугольных отложений около 800 м, четко отображается положительной поло-

совой гравитационной аномалией. Положительными аномалиями силы тяжести отмечаются вал Гамбурцева, осложненный Лекейягинской и Нядейской структурами, а также Сарембойское поднятие. Интенсивными положительными полосовыми гравитационными аномалиями отображаются поднятия Чернова, Чернышева, Вашуткинско-Талогинская приразломная структура и Верхне-Роговское поднятие. Отрицательные гравитационные аномалии, вызванные увеличением мощности рыхлых пород, соответствуют Коротайхинскому и Косью-Роговскому прогибам. На картах региональных аномалий широкими положительными аномалиями выделяются зоны сокращенной мощности пермо-триасовых отложений (палеосвод Зенченко, Воркутинская ступень).

Остаточные псевдогравитационные аномалии и их предполагаемая геологическая природа. В процессе работы было предпринято вычисление остаточных псевдогравитационных аномалий (рис.10). Для этого на ряде участков территории был проведен совместный анализ потенциальных, гравитационных и магнитных полей, основанный на соотношении Пуассона (Андреев, Клушин, 1965), причем было использовано гравитационное поле, обусловленное влиянием вещественной неоднородности пород фундамента и глубоких границ земной коры.

Расчеты производились по формуле  $u = \frac{J}{f\sigma} \frac{\partial v}{\partial i}$ , где  $u$  - магнитный потенциал,  $v$  - гравитационный потенциал,  $\sigma$  - избыточная плотность возмущающего тела,  $J$  - намагниченность (постоянная для всего объема тела),  $i$  - направление намагничивания.

Программа ЭЦВМ для совместного анализа гравитационных полей разработана в Опытной-методической партии УТГУ Ю.Ф. Кузьминым и состоит из следующих этапов.

1. По исходному магнитному полю  $(\Delta T)_{\alpha}$  вычислялся магнитный потенциал  $u$ .

2. По значениям исходного гравитационного поля  $\Delta g$  (т.е.  $V_z$ ) вычислялись горизонтальные производные гравитационного потенциала  $V_x$  и  $V_y$ .

3. Методом наименьших квадратов находились отношения  $\frac{J_z}{\sigma}$ ,  $\frac{J_x}{\sigma}$ ,  $\frac{J_y}{\sigma}$  из уравнения  $\tau_u = \frac{1}{f\sigma} (J_x V_x + J_y V_y + J_z V_z) - u - (\alpha x + \beta y + c)$ , где  $\tau_u$  - остаточные псевдомагнитные аномалии  $J_x$ ,  $J_y$ ,  $J_z$ , составляющие намагниченности по координатным осям;  $\alpha x + \beta y + c$  - линейный фон, по Пуассону. Вычисления выполнялись по скользящему малому окну, не превосходящему размеров аномалий от гравимагнитноактивных тел. Таким образом, были определены  $J/\sigma$  - отношения интенсивности намагниченности к плотности,  $\varphi$  - наклонение вектора намагниченности и  $\nu$  - склонение вектора намагниченности.

4. В конечные результаты вводилась поправка за наклон намагниченности, вычислялось поле  $\Delta u$ , приведенное к полюсу и вертикальной намагниченности, т.е. устанавливался линейный аналог поля  $\Delta g$  (псевдогравитационное поле).

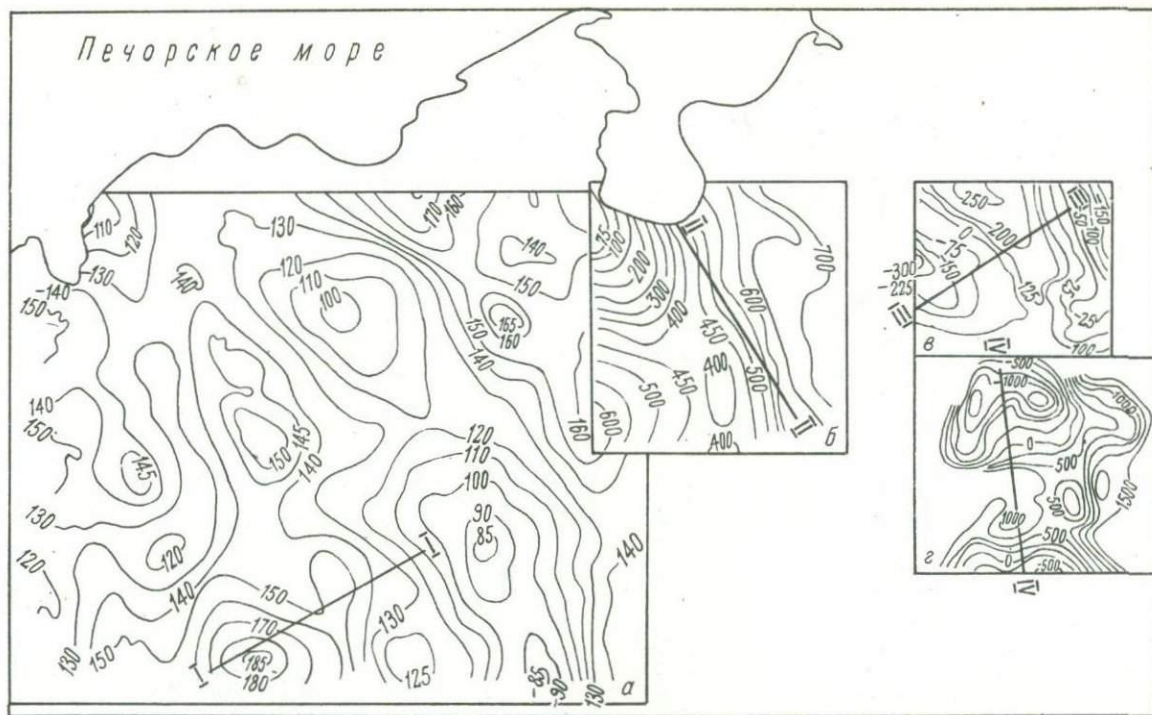


Рис.10. Схематическая карта остаточных псевдогравитационных аномалий.

а, б, в, г - отдельные расчетные участки. Изолинии трансформированного гравитационного поля даны в условных единицах.

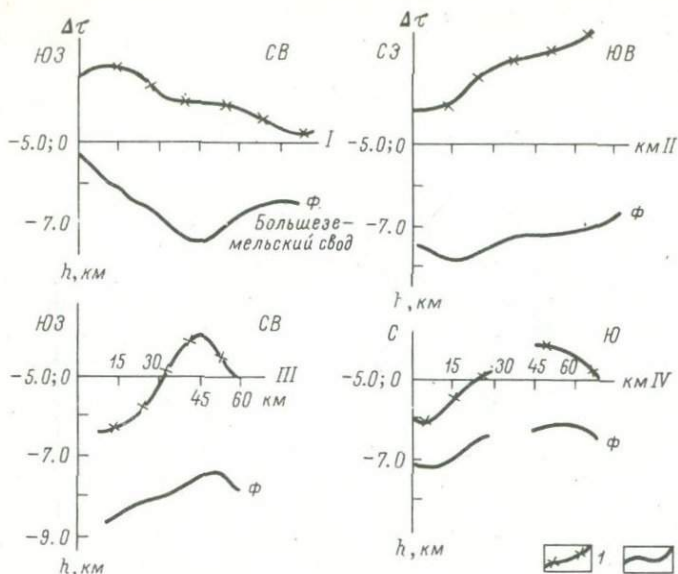


Рис.11. Зависимость остаточных псевдогравитационных аномалий от рельефа поверхности фундамента и его вещественной неоднородности.

1 - кривые остаточных псевдогравитационных аномалий; 2 - рельеф поверхности фундамента. Линии разрезов I-IV см. на рис.10 (I - Хорейверская впадина, II - Мореюская депрессия, III - Коротайхинский прогиб, IV - Воркутинская ступень).

5. Завершающим этапом программы явилось вычисление поля остаточных псевдогравитационных аномалий, т.е. поля без влияния гравитомагнитоактивных тел и структур осадочной толщи. Оно вычислялось для отдельных участков при различных соотношениях  $J/\delta$ :

$J = 1000 \cdot 10^{-6}$ СГС	$\delta = 0,1$ г/см <sup>3</sup>
$J = 5000 \cdot 10^{-6}$ СГС	$\delta = 0,1$
$J = 7000 \cdot 10^{-6}$ СГС	$\delta = 0,1$
$J = 15000 \cdot 10^{-6}$ СГС	$\delta = 0,1$

Рассмотрение всех этих материалов (рис.10) показало, что при разных величинах  $J$  конфигурация остаточного псевдогравитационного поля существенно не меняется. Следовательно, характер этого поля практически не зависит от способа его расчета.

Мы попытались проанализировать характер изменения остаточного псевдогравитационного поля в соответствии с поведением рельефа поверхности фундамента. Анализируя рис.11, нетрудно заметить, что в платформенных районах (Хорейверская впадина) на характере остаточного псевдогравитационного поля, по всей вероят-

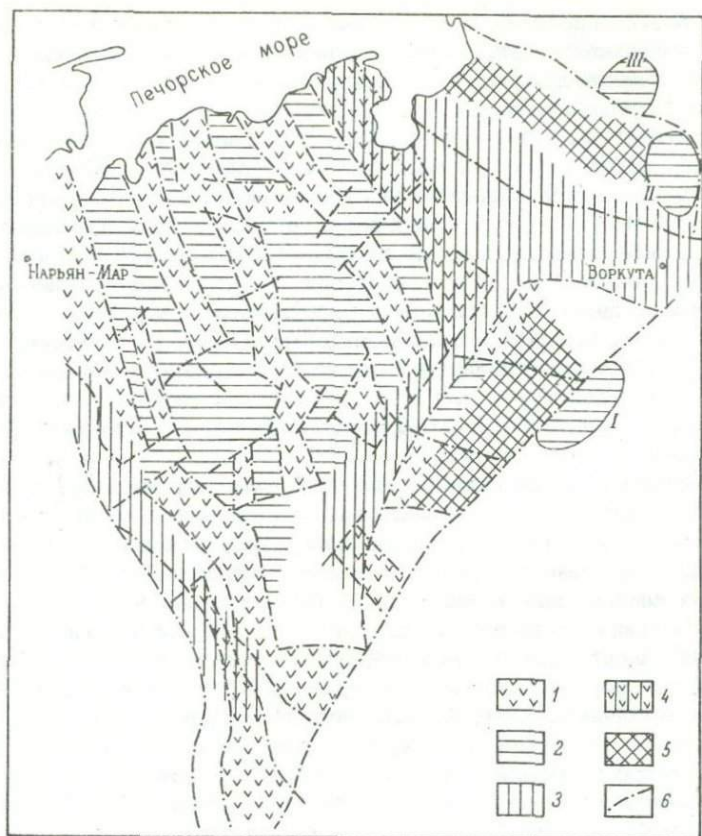


Рис.12. Схема районирования территории по основным аномалеобразующим факторам гравитационного поля.

1 - зоны с доминирующим влиянием вещественного состава пород фундамента с повышенной плотностью; 2 - то же с пониженной плотностью; 3 - зоны с доминирующим влиянием рельефа верхних горизонтов осадочного чехла; 4 - зоны с доминирующим влиянием вещественного состава пород фундамента и рельефа верхних горизонтов осадочной толщи; 5 - зоны с доминирующим влиянием рельефа нижних горизонтов осадочного чехла; 6 - линии дизъюнктивных нарушений. Предполагаемые палеосводы: I - Лемвинский, II - Хальмерьюский, III - Карский.

ности, в большей степени сказывается вещественная неоднородность пород фундамента, а не его рельеф. При этом отмечается следующая закономерность: к областям поднятий в фундаменте приурочены отрицательные остаточные псевдогравитационные аномалии. В Варандей-Адзвинской структурной зоне (Мореюская депрессия) и в Кортаихинском прогибе наблюдается иная закономерность: остаточное

псевдогравитационное поле скорее всего характеризует поведение рельефа поверхности фундамента и в меньшей степени зависит от его вещественной неоднородности. Однако это может иметь место только в случаях, когда 1) нижние горизонты осадочной толщи, поверхность фундамента, а также глубокие границы земной коры в рассматриваемых районах имеют согласное залегание; 2) фундамент в пределах Варандей-Адзевинской структурной зоны и Предуральского краевого прогиба (по крайней мере, в тех районах, которые рассматриваются) более однороден по вещественному составу, чем фундамент западных районов территории. Резко отрицательные аномалии гравитационного поля обычно приурочены к районам палеосводов, которые названы нами Хальмерьюским, Карским и Лемвинским (рис. 12). Палеосводам часто соответствуют современные поднятия, о чем и свидетельствуют для этих районов материалы геологической, гравиметрической и аэромагнитной съемок, а также сейсмических исследований.

Не случайно, что природа остаточного псевдогравитационного поля анализируется только в областях современных впадин. Дело в том, что какую-то часть этих аномалий следует связывать с поведением рельефа самых верхних горизонтов осадочной толщи. Гравитационное влияние последних нами не было учтено из-за отсутствия данных о характере их залегания и о величинах эффективных плотностей на их границах. Естественно, что в областях современных поднятий эти верхние плотностные границы могут играть значительную роль в образовании гравитационных аномалий и даже могут скомпенсировать гравитационный эффект более глубоких горизонтов.

Во впадинах западной части территории мы считаем, что в остаточном псевдогравитационном поле, по всей вероятности, преобладает гравитационное влияние вещественной неоднородности пород фундамента и глубоких границ земной коры, а в пределах Варандей-Адзевинской структурной зоны и Предуральского краевого прогиба — совместный гравитационный эффект от нижних границ осадочного чехла, фундамента и глубоких горизонтов земной коры.

На основании трансформации потенциальных полей нами проведено районирование гравитационного поля территории по основным аномалеобразующим факторам (рис. 6, 12). Результаты этого анализа для района А (рис. 6) сводятся к следующему.

1. Характер гравитационного поля обусловлен в основном вещественной неоднородностью пород фундамента и влиянием глубоких границ земной коры.

2. Гравитационный эффект от структур осадочного чехла может быть скомпенсирован гравитационным влиянием пород фундамента, так как в ряде случаев аномалии от структур осадочного чехла соизмеримы в плане с аномалиями, вызываемыми гравитационным влиянием пород фундамента.

3. Примененный метод статистической корреляции гравиметрических и сейсмических данных показал отсутствие прямой корреляционной связи между гравитационными аномалиями и рельефом верх-

них и нижних горизонтов осадочного чехла на площадях Денисовской структурной зоны, Колвинского мегавала и Хорейверской впадины. Поэтому построенные для этих районов по материалам среднемасштабной съемки карты рельефа поверхности карбонатных отложений (Полегаев, Робенберг, Ядук, 1969) и рельефа поверхности фундамента (материалы Б.Г. Должанского, К.А. Кривцова, Н.М. Мокрушина и других исследователей за 1970–1972 гг.) могут содержать значительные ошибки в определении глубин.

Для района Б (рис.6) при районировании гравитационного поля выявлено следующее.

1. Характер гравитационного поля обусловлен вещественной неоднородностью пород фундамента, влиянием глубоких границ земной коры и рельефом верхних горизонтов осадочной толщи (в основном рельефом карбонатных пород).

2. В районах Варандей–Адзвинской структурной зоны доордовикские образования фундамента либо однородны по своим физическим свойствам и, следовательно, четко не выражаются в гравитационном поле, либо неоднородны, но при этом радиус автокорреляции создаваемых ими аномалий гораздо больше радиуса автокорреляции аномалий от структур осадочного чехла. Видимо, поэтому структуры осадочной толщи выделяются в гравитационном поле в виде четких локальных аномалий. Здесь целесообразна постановка крупномасштабных гравиметрических исследований, так как прямая корреляционная связь между аномалиями  $\Delta g$  и глубинами до верхних горизонтов осадочного чехла позволяет строить карты рельефа поверхностей этих горизонтов.

3. В Кортаихинском прогибе установлена прямая корреляционная связь между аномалиями  $\Delta g$  и глубинами до отражающего горизонта VII (Ф). Основываясь на этой корреляционной зависимости, мы даем примерное залегание горизонта на тех площадях, где он не был прослежен сейсморазведкой.

#### Х а р а к т е р и с т и к а м а г н и т н ы х а н о м а л и й

Районирование магнитного поля Большеземельской тундры и его анализ проводились неоднократно В.В. Большаковым в 1961 г., Р.А. Гафаровым (1966, 1976а, 1976б), В.А. Дедеевым и др. (1969), М.И. Залипухиным (1973), И.В. Запорожцевой (1976) и др. В основу районирования магнитного поля была положена качественная характеристика его особенностей: градиент, форма, размеры и ориентировка аномалий. Кроме того, использовались количественные расчеты глубин залегания магнитовозмущающих масс, их интенсивность и намагниченность.

В пределах рассматриваемой территории расположена Усино–Колвинская область преимущественно положительных магнитных аномалий изометричной или удлинненной формы, которые образуют зоны северо–западных простираний (рис.13). При этом наблюдается до-

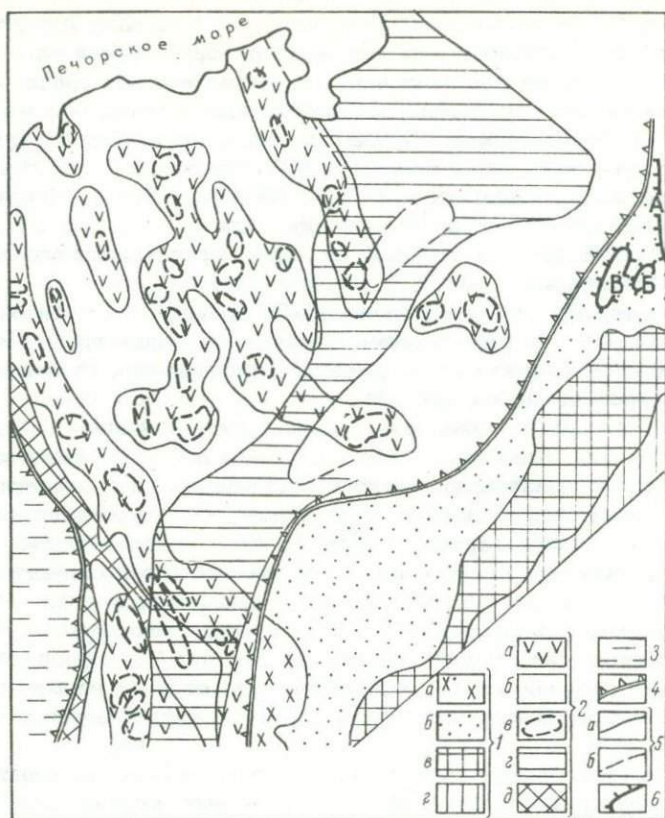


Рис.13. Схема районирования магнитного поля Большеземельской тундры и прилегающих областей. Составили Р.М. Антонович, Е.М. Кострикина, И.В. Запорожцева.

1 - Уральская область аномалий субмеридиональных и северо-восточных простираний (а - Саблинская зона интенсивных положительных аномалий, б - Центрально-Уральская зона отрицательного поля с локальными возмущениями, в - Войкар-Сынинская зона интенсивных положительных аномалий, г - Сось-Хулгинская зона слабо варьирующего отрицательного поля); 2 - Усино-Колвинская область аномалий, близких к изометричным, но группирующихся в зоны преимущественно северо-западных простираний (а - зоны повышенных значений магнитного поля, б - зоны пониженных значений магнитного поля, в - контуры интенсивных аномалий магнитного поля, г - Чернышевско-Коротаихинская зона узколокальных аномалий, д - Припечорская зона локальных аномалий); 3 - Печорская область спокойного отрицательного поля; 4 - границы аномальных областей; 5 - границы аномальных зон (а - достоверные, б - предполагаемые); 6 - аномалии, оконтуривающие известные структуры (А - Оче-Ныр, Б - Машта-Ныр, В - Енганэ-Пэ).

вольно закономерное чередование зон интенсивных положительных со слаболожительными или даже отрицательными полосовыми аномалиями магнитного поля. В центральной части Усино-Колвинской области северо-западное простирание зон аномалий не является преобладающим. Здесь появляются крупные положительные аномалии широтного простирания.

Сопоставление аэромагнитных данных с геолого-геофизическими по разрезам, построенным на основании сейсмических материалов (Запорожцева, 1976), показало, что основные аномалии магнитного поля связаны с вещественной неоднородностью пород фундамента. Зоны фундамента, характеризующиеся повышенными граничными скоростями упругих волн, соответствуют, как правило, положительным магнитным аномалиям. Зоны, которым присущи пониженные граничные скорости, отображаются в магнитном поле относительно пониженными или отрицательными аномалиями. Границы указанных зон совпадают в плане с интенсивными горизонтальными градиентами магнитного поля. Рельеф фундамента не находит четкого отображения в магнитном поле, что объясняется значительными глубинами его залегания.

Вычисленная интенсивность намагниченности горных пород меняется в пределах от  $500 \cdot 10^{-6}$  до  $2000 \cdot 10^{-6}$  СГС. Это может свидетельствовать о большом разнообразии вещественного состава пород фундамента (от гранитов и плагиогранитов до габбро). Однако не все аномалии магнитного поля следует связывать с вещественной неоднородностью пород складчатого основания. При сравнении карты глубин до магнитовозмущающих масс с результатами проведенных сейсмических исследований (Запорожцева, 1976) видно, что рельеф магнитовозмущающих масс совершенно не соответствует поверхности самых глубоких силурийско-ордовикских отражающих горизонтов осадочной толши. В ряде случаев аномалеобразующие массы залегают выше указанных отражающих горизонтов на 1,5-3,0 км. Все это свидетельствует о том, что в платформенном чехле территории широко распространены магнитоактивные тела. Как правило, эти магнитовозмущающие массы приурочены к зонам дизъюнктивных нарушений фундамента и осадочного чехла. Видимо, они связаны с интрузивными телами, которые прослеживаются вдоль западного и восточного склонов Шапкинско-Юрьянского вала (особенно их много в его южной части), а также вдоль западного склона Колвинского мегавала.

Просмотр разрезов скважин показал, что действительно в ряде случаев интрузивные тела залегают среди осадочных образований. Так, в скважине Исаково-4 в нижних горизонтах осадочного чехла вскрыто тело диабазов мощностью более 700 м, верхняя кромка которого залегает на глубине 2000 м. Расчетные глубины до магнитовозмущающего объекта в этом районе также составляют 2000-2500 м. В скважине Дзеля-Тереховой, расположенной на площади Печоро-Кожвинского мегавала, на глубине 2500 м было вскрыто тело габбро-диабазов мощностью 60 м. Проведенный нами расчет показал, что аномалия вызвана магнитовозмущающим телом, расположенным на глубине примерно 2000 м и имеющим протяженность

около километра. Расхождение в расчетных и истинных глубинах находится в пределах точности метода.

Все эти факты говорят о том, что магнитовозмущающие массы осадочного чехла способны создавать локальные аномалии магнитного поля. Следовательно, при вычислении глубин залегания поверхности фундамента по магнитометрическим данным следует предварительно разделить аномалии, вызванные породами фундамента, и аномалии, характеризующие интрузии осадочного чехла.

В западных районах Большеземельской тундры отмечены четкие соответствия структур осадочного чехла характеру аномального магнитного поля  $\Delta T_{\alpha}$ . Как правило, положительные структуры осадочной толщи приурочены к зонам спокойного магнитного поля интенсивностью от  $-2$  до  $1$  мЛЭ, а отрицательные структуры располагаются в зонах интенсивных положительных аномалий, имеющих значения от  $1$  до  $4$  мЛЭ и более. Простираения структур осадочного чехла соответствуют простираниям полос интенсивных горизонтальных градиентов магнитного поля, связанных или с дизъюнктивными нарушениями в фундаменте, или с зонами резкой смены его вещественного состава. Первая закономерность позволяет по материалам аэромагнитной съемки намечать участки, перспективные для поисков положительных структур осадочного чехла; вторую следует учитывать при определении наиболее вероятных простираний структур, выявленных при региональных сейсмических исследованиях.

В восточных районах Большеземельской тундры (в Кортаихинском и Косью-Роговском прогибах) в последние годы была проведена крупномасштабная аэромагнитная съемка (материалы А.Ф. Чепика за 1973-1975 гг.). В результате этих работ в северо-восточной части Кортаихинского прогиба четко прослежен геологический контакт магнитных пород триасового возраста и немагнитных пермских образований. В районе развития триасового покрова по характеру магнитного поля четко выделились протяженные антиклинальные и синклиналильные структуры. Появление локальных положительных магнитных аномалий над антиклинальными структурами, по всей вероятности, связано с обогащением магнитными компонентами отложений нижней части лестаншорской свиты. Это положение требует проверки с привлечением материалов бурения и минералогических исследований. Возможно, что высокоочная аэромагнитная съемка в этом сложном в тектоническом отношении районе может оказаться одним из ведущих геофизических методов.

Таким образом, результаты анализа магнитного поля Большеземельской тундры сводятся к следующему: 1) основные аномалии магнитного поля вызваны вещественной неоднородностью пород фундамента; 2) в нижних горизонтах осадочного чехла встречаются магнитоактивные тела, которые также проявляются в аномальном магнитном поле; обычно они расположены в зонах крупных разломов, разрывающих как породы фундамента, так и осадочного чехла; 3) в восточной части Большеземельской тундры породы триасового возраста, обогащенные магнитными компонентами, четко картируются аэромагнитной съемкой.

### Глава III. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

#### С о в р е м е н н ы й с т р у к т у р н ы й п л а н

Схематические карты рельефа различных стратиграфических поверхностей осадочного чехла построены нами по материалам сейсмических исследований (рис.1,14,15). На отдельных участках, где сейсмические данные отсутствовали, рисовка карт осуществлялась с использованием прямых корреляционных связей между гравиметрическими и сейсмическими данными. Схематическая карта рельефа поверхности фундамента построена по новому принципу (рис.16). В ее основу положены корреляционные зависимости между изопахитами ордовикско-раннефранского литолого-стратиграфического комплекса и отметками глубин до фундамента, установленными по результатам работ МОВ и КМПВ. Было подмечено, что мощности ордовикско-раннефранского комплекса находятся в прямой зависимости от рельефа поверхности фундамента. К выступам фундамента приурочены области палеосводов, и, наоборот, наиболее погруженные части фундамента в плане совпадают с палеовпадинами. Обработка данных велась с помощью ЭЦВМ в лаборатории вычислительной техники и математики Коми филиала АН СССР по программе „Статкор“. Вычисления проводились по квадратной сетке со стороной ячейки, равной 5 км. Получен коэффициент корреляции  $r_1 = 0,865$  при  $f = 266$  и  $t_B = 28,125$ ,  $t_B = \frac{(r_1)}{\sqrt{1-r_1^2}} \sqrt{n-2}$ , где  $n$  - порядковый номер обрабатываемого столбца,  $f$  - число степеней свободы. Было использовано уравнение регрессии  $y = -4,731 - 1,609x$ , где  $y$  - глубина залегания поверхности фундамента по данным МОВ и КМПВ,  $x$  - мощность силурийско-раннефранского комплекса. Приведенное уравнение регрессии было применено для районов Денисовской структурной зоны и Колвинского мегавала. Результаты вычисления были затем сопоставлены с глубинами до фундамента по буровым данным. Среднеквадратичная ошибка вычислений составила  $\Delta = 0,246$ . В соответствии со среднеквадратичной ошибкой можно построить карту рельефа поверхности фундамента с сечением изогипс, равным 0,5 км. Однако для того чтобы подчеркнуть не-

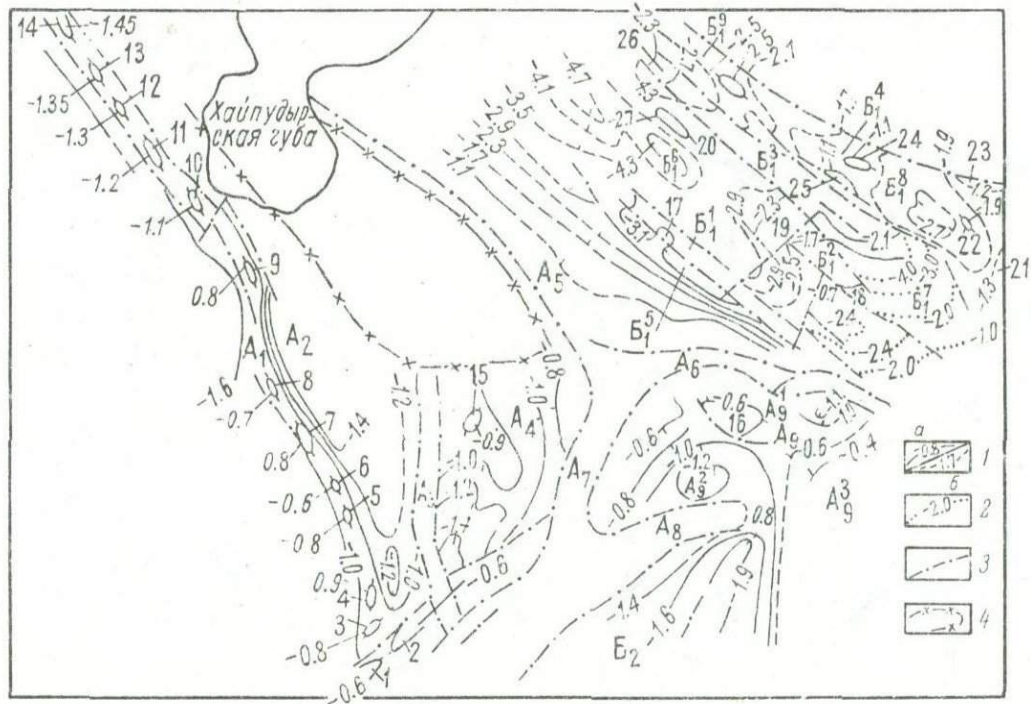
которые характерные особенности рельефа, карта была построена с более дробным сечением, через 0,25 км. Для Хорейверской впадины, Варандей-Адзвинской структурной зоны и Предуральского краевого прогиба вышеуказанный коэффициент корреляции составил  $r_2 = 0.964$  при  $f = 17$  и  $t_B = 15.155$ . Уравнение регрессии имеет следующий вид:  $y = 4.499 - 1.315x$ . Степень достоверности проведенных здесь построений не определялась из-за отсутствия скважин, вскрывших фундамент. Интересен тот факт, что характер корреляционных связей между глубиной залегания поверхности фундамента и изопахитами нижней толщи осадочных образований резко меняется в зоне сочленения Колвинского мегавала и Хорейверской впадины. Данный факт свидетельствует, по всей вероятности, о том, что эти части Большеземельской тундры прошли существенно разные этапы геологического развития.

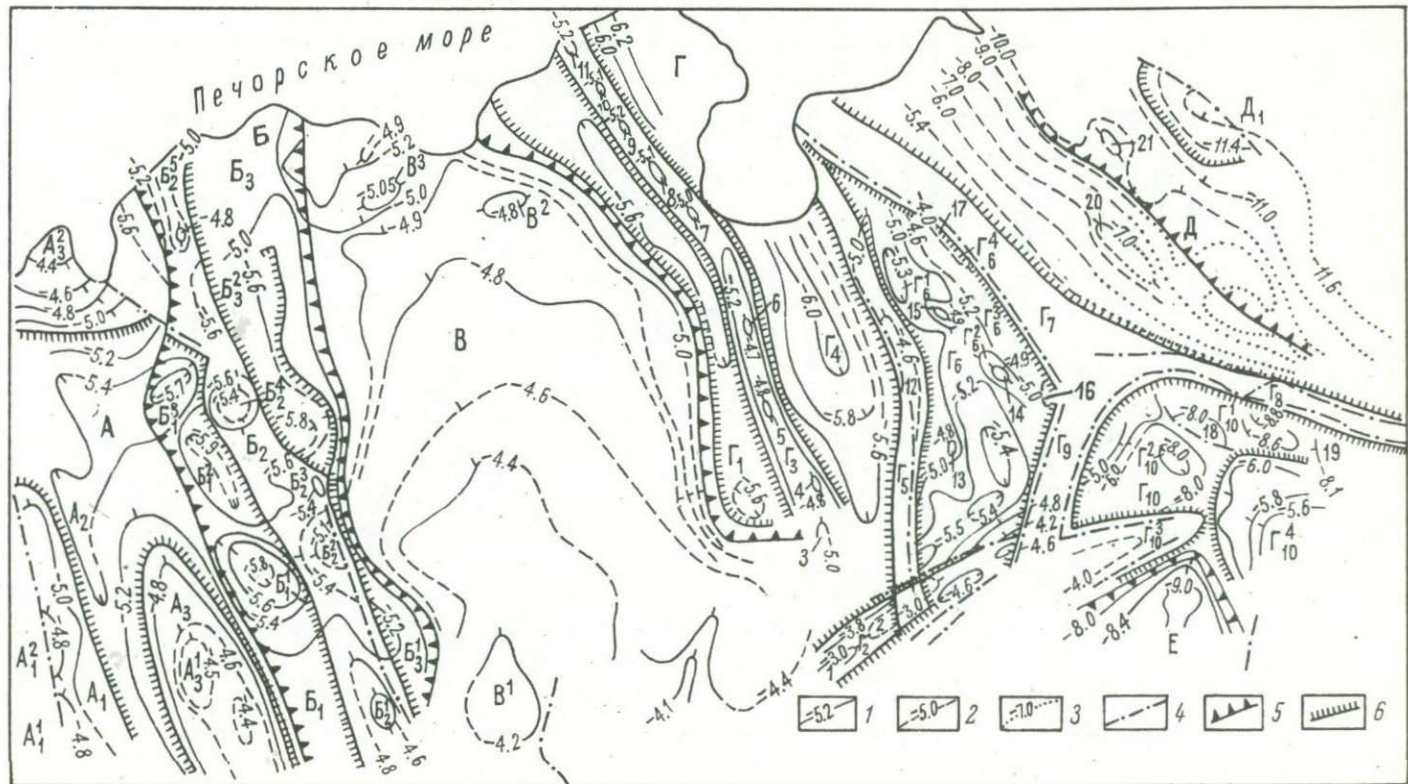
На рис.17 разломы проведены по зонам максимальных горизонтальных градиентов изогипс, так как трудно представить резкий изгиб слоев без разрывов в твердом субстрате.

При рассмотрении структурного плана территории (рис.1,14-16)

Рис.14. Схематическая карта рельефа поверхности пермских образований. Составлена И.В. Запорожцевой и В.А. Курильчик.

1 - изогипсы кровли пермских отложений (а - достоверные, б - менее достоверные); 2 - изогипсы более глубоких горизонтов пермских образований; 3 - дизъюнктивные нарушения; 4 - предполагаемая граница размыва пермских отложений. С т р у к т у р ы. А - Варандей-Адзвинская структурная зона: А<sub>1</sub> - вал Сорокина, А<sub>2</sub> - Мореюская депрессия, А<sub>3</sub> - вал Гамбурцева, А<sub>4</sub> - Верхне-Адзвинская депрессия, А<sub>5</sub> - Вашуткинско-Талотинская приразломная структура, А<sub>6</sub> - дизъюнктивное поднятие Чернова, А<sub>7</sub> - дизъюнктивное поднятие Чернышева, А<sub>8</sub> - дизъюнктивное Верхне-Роговское поднятие, А<sub>9</sub> - Воркутинская ступень (А<sub>9</sub><sup>1</sup> - Падимейское поднятие, А<sub>9</sub><sup>2</sup> - Падимейская мульда, А<sub>9</sub><sup>3</sup> - Ярвожское куполовидное поднятие); Б - Предуральский краевой прогиб: Б<sub>1</sub> - Коротайхинский прогиб (Б<sub>1</sub><sup>1</sup> - Центральнo-Коротайхинская приразломная структура, Б<sub>1</sub><sup>2</sup> - Верхне-Воркутское поднятие, Б<sub>1</sub><sup>3</sup> - Тальмаюское поднятие, Б<sub>1</sub><sup>4</sup> - Ямботьское поднятие, Б<sub>1</sub><sup>5</sup> - Хальмершорская синклираль, Б<sub>1</sub><sup>6</sup> - Лымбиноуская синклираль, Б<sub>1</sub><sup>7</sup> - Юрьягинская синклираль, Б<sub>1</sub><sup>8</sup> - Понутинская синклираль, Б<sub>1</sub><sup>9</sup> - Северо-Понутинская синклираль); Б<sub>2</sub> - Косью-Роговской прогиб. Л о к а л ь н ы е с т р у к т у р ы: 1 - Неруюская, 2 - Адзвинская, 3 - Подверьюская, 4 - Хосолтинская, 5 - Нерчейюская, 6 - Осовойская, 7 - Сямаюская, 8 - Ярейягинская, 9 - Седьягинская, 10 - Лабоганская, 11 - Наульская, 12 - Южно-Торавейская, 13 - Северо-Торавейская, 14 - Варандейская, 15 - Устьляйюская, 16 - Падимейская, 17 - Чаешинский антиклинальный перегиб, 18 - Верхне-Воркутинская, 19 - Пурсамыльский антиклинальный перегиб, 20 - Сюрнейская, 21 - Силовояхинская, 22 - Южно-Понутинская, 23 - Безымянная, 24 - Халейская, 25 - Качейская, 26 - Чирашорская.

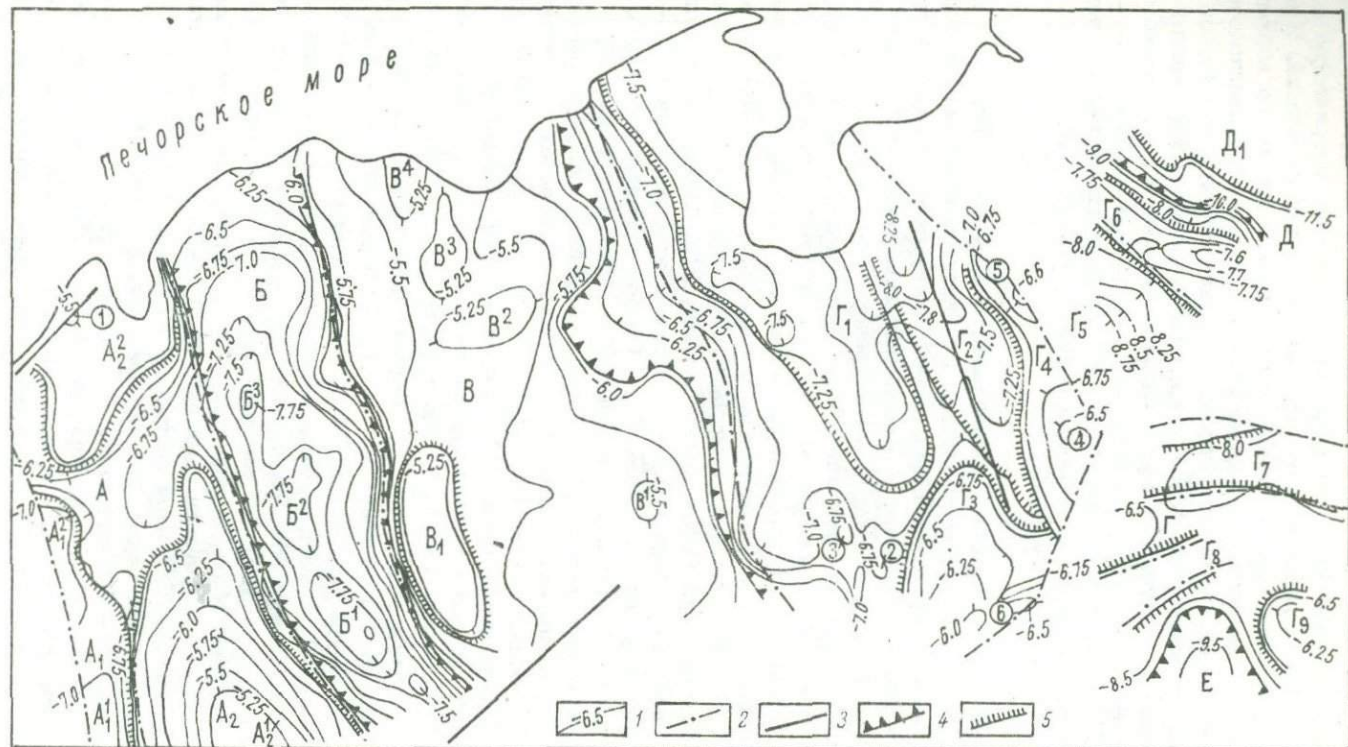




обращает на себя внимание то обстоятельство, что фундамент разбит на отдельные блоки, занимающие разное гипсометрическое положение. Блоки разделены зонами дизъюнктивных нарушений. В их пределах отмечаются несовпадения структурных планов по верхним и нижним горизонтам осадочного чехла. При этом устанавливается следующая закономерность: линейные резкие структурные формы типа валов приурочены к зонам крупных разломов в фундаменте и в большинстве случаев в своем развитии являются инверсионными.

Рис. 15. Схематическая карта рельефа поверхности отложений раннего силура-ордовика (отражающий горизонт VII). Составлена Н.В. Запорожцевой и В.А. Курильчик.

Изогипсы поверхности отложений раннего силура-ордовика: 1 - достоверные, 2 - менее достоверные, 3 - интерполяционные, проведенные на основе корреляционных связей между сейсмическими и гравиметрическими данными; 4 - дизъюнктивные нарушения; границы структур: 5 - I порядка, 6 - II порядка. Структуры: А - Денисовская структурная зона;  $A_1$  - Шапкинско-Юрьяхинский вал ( $A_1^1$  - Пашшорская антиклиналь,  $A_1^2$  - Шапкинская антиклиналь);  $A_2$  - Тибейвиская депрессия;  $A_3$  - Лайский вал ( $A_3^1$  - Мишванско-Командиршорское куполовидное поднятие,  $A_3^2$  - Северо-Лайское поднятие); Б - Колвинско-Хорейверская структурная зона;  $B_1$  - Верхне-Лайская депрессия ( $B_1^1$  - Южная мульда,  $B_1^2$  - Центральная мульда,  $B_1^3$  - Северная мульда);  $B_2$  - Колвинская зона поднятий ( $B_2^1$  - Южно-Харьягинское поднятие,  $B_2^2$  - Средне-Харьягинский купол,  $B_2^3$  - Северо-Харьягинский купол,  $B_2^4$  - Ярейюский купол,  $B_2^5$  - Хыльчужское поднятие);  $B_3$  - Западно-Хорейверская депрессия ( $B_3^1$  - Харьягинская мульда,  $B_3^2$  - Средне-Чернореченская котловина); В - Большеземельский свод:  $V^1$  - Большеземельский купол,  $V^2$  - Садаггинский купол,  $V^3$  - Северо-Чернореченский купол; Г - Варандей-Адзвинская структурная зона:  $\Gamma_1$  - Самаюская депрессия,  $\Gamma_2$  - Хоседаюский вал,  $\Gamma_3$  - вал Сорокина,  $\Gamma_4$  - Мореюская депрессия,  $\Gamma_5$  - вал Гамбурцева,  $\Gamma_6$  - Верхне-Адзвинская депрессия, ( $\Gamma_6^1$  - Яйягинская синклиналь,  $\Gamma_6^2$  - Сарембойское поднятие,  $\Gamma_6^3$  - Пяягинская синклиналь,  $\Gamma_6^4$  - Няртеягинское поднятие);  $\Gamma_7$  - Вашуткинско-Талотинская приразломная структура;  $\Gamma_8$  - поднятие Чернова;  $\Gamma_9$  - поднятие Чернышева;  $\Gamma_{10}$  - Воркутинская структурная зона ( $\Gamma_{10}^1$  - Падимейское поднятие,  $\Gamma_{10}^2$  - Падимейская мульда,  $\Gamma_{10}^3$  - Верхне-Роговское поднятие,  $\Gamma_{10}^4$  - Ярвожское куполовидное поднятие); Д - Коротайхинский прогиб;  $D_1$  - Припайхойская депрессия; Е - Косью-Роговской прогиб. Локальные структуры: 1 - Нерульская, 2 - Адзвинская, 3 - Нерчейюская, 4 - Осовейская, 5 - Ярейягинская, 6 - Седьягинская, 7 - Лабоганская, 8 - Наульская, 9 - Южно-Торавейская, 10 - Северо-Торавейская, 11 - Варандейская, 12 - Нядейюская, 13 - Устьпайюская, 14 - Южно-Сарембойская, 15 - Сарембойская, 16 - Талотинская, 17 - Западно-Падимейская, 18 - Падимейская, 19 - Сэрататыйский антиклинальный перегиб, 20 - Лабогейская, 21 - Сюрнейская.



В пределах пологих изометричных поднятий наблюдается почти согласное залегание горизонтов осадочного чехла и поверхности фундамента, что может свидетельствовать о их длительном унаследованном развитии.

На рис.1,14-16 проведено районирование тектонических структур по различным стратиграфическим поверхностям осадочного покрова и кровле фундамента в соответствии с решением Совещания по классификации платформенных структур, состоявшегося во ВНИГРИ в марте 1963 г. В основу тектонического районирования нашей территории положены только морфологические принципы, ранее использованные Г.Д. Удотом (1976).

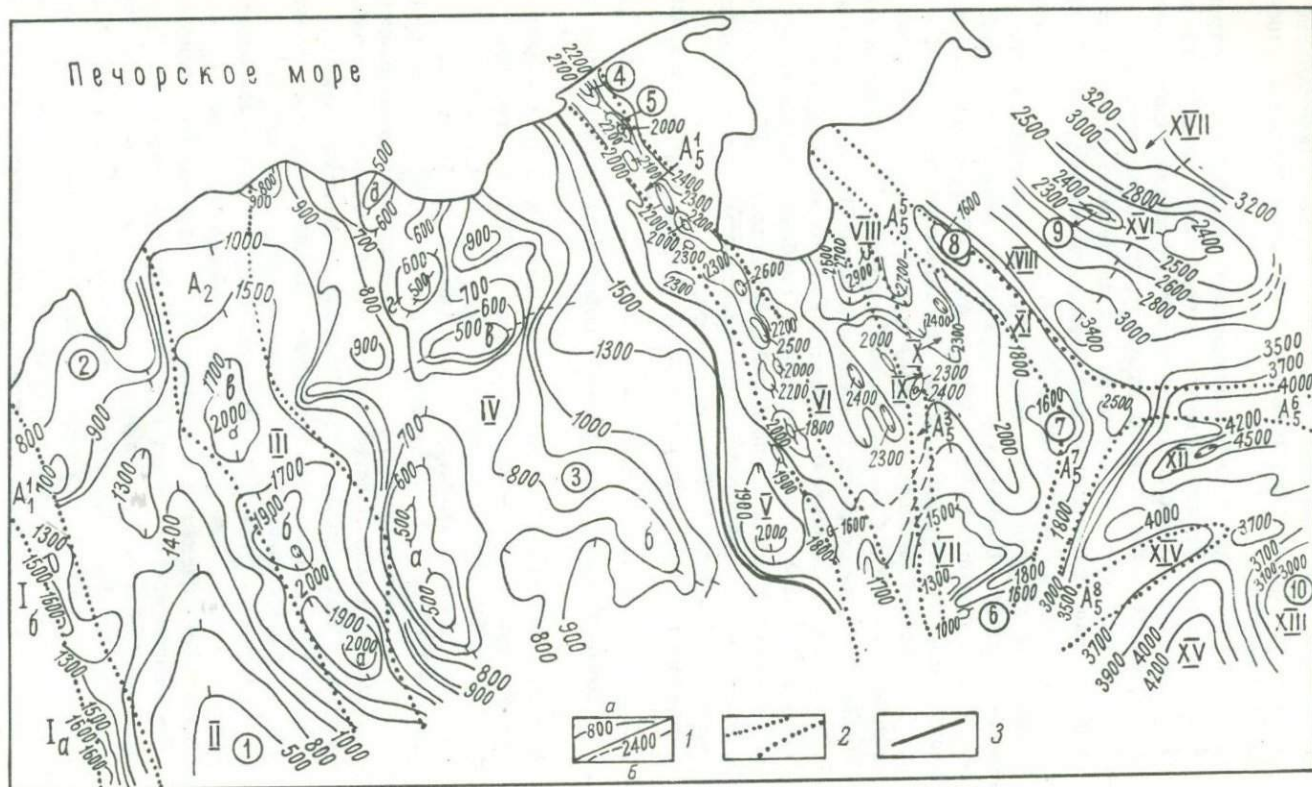
По поверхности фундамента (рис.16) нами выделены четыре крупные структуры: Денисовская структурная зона, Колвинский грабен, Большеземельский свод и Сорокинско-Пайхойский прогиб. В Денисовской структурной зоне прослеживаются структуры II порядка: Шапкинско-Юрьяхинский грабен и Лайский вал, состоящий из Командиршорской и Северо-Лайской структур. В отдельных мульдах Шапкинско-Юрьяхинского грабена фундамент опущен на глубины 7.0-7.5 км, на поднятиях Лайского вала он воздымается до 5.25-5.5 км. Таким образом, перепад в глубинах залегания фундамента в Денисовской структурной зоне составляет 2.25 км и более. Наибольший градиент погружения фундамента отмечается в широтном направлении и превышает 2 км на 30 км.

Колвинский грабен также расчленяется на ряд мульд, разделен-

---

Рис.16. Схематическая карта рельефа поверхности фундамента.

1 - изогипсы рельефа поверхности фундамента (в км); 2 - дизъюнктивные нарушения; 3 - линии профилей КМПВ; 4 - границы структур I порядка; 5 - границы структур II порядка. С т р у к т у р ы. А - Денисовская структурная зона: А<sub>1</sub> - Шапкинско-Юрьяхинский грабен (А<sub>1</sub><sup>1</sup> - Пашшорская мульда, А<sub>1</sub><sup>2</sup> - Шапкинская мульда); А<sub>2</sub> - Лайский вал (А<sub>2</sub><sup>1</sup> - Командиршорское куполовидное поднятие, А<sub>2</sub><sup>2</sup> - Северо-Лайское поднятие); Б - Колвинский грабен; Б<sup>1</sup> - Харьягинская мульда, Б<sup>2</sup> - Северо-Харьягинская мульда, Б<sup>3</sup> - Ярейюская мульда; В - Большеземельский свод: В<sub>1</sub> - Кывтацкий вал, В<sup>1</sup> - Лытывиский, В<sup>2</sup> - Южно-Чернореченский, В<sup>3</sup> - Северо-Чернореченский и В<sup>4</sup> - Прибрежный купола; Г - Варандей-Адзвинская структурная зона: Г<sub>1</sub> - Мореюская депрессия, Г<sub>2</sub> - Сарембойско-Гамбурцевская депрессия, Г<sub>3</sub> - Адзвинское поднятие, Г<sub>4</sub> - Няртеягинское поднятие; Г<sub>5</sub> - Вашуткинская депрессия, Г<sub>6</sub> - Юрьягинское поднятие, Г<sub>7</sub> - Падимейский грабен, Г<sub>8</sub> - Верхне-Роговское поднятие, Г<sub>9</sub> - Ярвожское куполовидное поднятие; Д - Коротайхинский прогиб; Д<sub>1</sub> - Припайхойская депрессия; Е - Косью-Роговской прогиб. Локальные структуры (цифры в кружках): 1 - Северо-Лаявожская, 2 - Нерчейюская, 3 - Осовейская, 4 - Степковожская, 5 - Талотинская, 6 - Адзвинская.



ных широкими перемычками. Фундамент в пределах мульд опущен до глубин 7,0–7,5 км. К востоку от Колвинского грабена выделяется Большеземельский свод. На западном склоне прослеживается Кывтанский вал, а на севере – ряд изометричных поднятий – Южно-Чернореченский, Северо-Чернореченский и Прибрежный купола. На восточном склоне свода находится изометричное Лытывиское поднятие. Наиболее приподнятая часть Большеземельского свода расположена в пограничном районе с Колвинским грабеном.

В восточной части Большеземельской тундры выделяется обширный Сорокинско-Пайхойский прогиб, в пределах которого также установлены поднятия и депрессии. Выделяемые в области прогиба поднятия расположены на глубинах, значительно больших, чем в Денисовской структурной зоне и на Большеземельском своде. Наиболее крупными из структур здесь являются Мореюская, Сарембойско-Гамбурцевская, Вашуткинская и Припайхойская депрессии, Падимейский и Верхне-Роговской грабены, Адзьвинское, Няртеягинское, Юрьягинское, Пятombойское и Ярвожское поднятия. В целом отмечается региональное увеличение глубины залегания фундамента в северо-восточном направлении от 6,0 до 8,5 км и более.

В районе прогиба наблюдается резкое расчленение рельефа фундамента, максимальные перепады в его глубинах составляют

Рис.17. Схематическая карта изопахит ордовикско-раннефранских отложений.

1 – Изопахиты ордовикско-раннефранских отложений (в м) между отражающими горизонтами VII–V (а – достоверные, б – менее достоверные); 2 – границы современных структур (наименование структур см. на рис.1); 3 – западная граница перикратонного прогиба. С т р у к т у р ы: I – Шапкинско-Юрьягинский грабен (1а – Пашшорская, 1б – Шапкинская мульды, II – Лайский горст, III – Колвинский грабен (а – Харьягинская, б – Северо-Харьягинская, в – Ярейюская мульды), 1У – Большеземельский свод (а – Кывтанский вал, б – Лытывиский выступ, в – Южно-Чернореченский, г – Северо-Чернореченский, д – Прибрежный купола), У – Сямаюская депрессия, У1 – Сорокинско-Мореюская депрессия, УII – Адзьвинское поднятие; УIII – Лекейягинская депрессия, 1X – Нядейюская мульда, X – Сарембойская депрессия, X1 – Няртеягинское поднятие, XII – Падимейская депрессия, XIII – Ярвожское поднятие, X1У – Верхне-Роговское поднятие, XV – Косью-Роговская впадина, XV1 – Юрьягинское поднятие, XVII – Припайхойская депрессия, XVIII – Вашуткинская депрессия. П а л е о с т р у к т у р ы, нерасформированные последующими тектоническими движениями (цифры в кружках): 1 – Командиршорская, 2 – Северо-Лаявожская, 3 – Большеземельский свод, 4 – Варандейская, 5 – Северо-Торавейская, 6 – Адзьвинская, 7 – Степковожская, 8 – Талотинская, 9 – Лабогейская, 10 – Ярвожская.

2.75 км и более. Депрессии в пределах Сэрокинско-Пайхойского прогиба занимают около 2/3 его площади.

На схематической карте рельефа поверхности отложений раннего силура-ордовика (рис.15) видно, что наиболее крупные структуры, соответствующие поверхности фундамента, сохраняют свои формы. Более мелкие их изменяют. Так, в Денисовской структурной зоне на месте Шапкинско-Юрьяхинского грабена появляются две новые структуры: инверсионный Шапкинско-Юрьяхинский вал (площадь  $S=160 \text{ км}^2$ ) и Тибейвиская депрессия ( $S=320 \text{ км}^2$ ). Строение Лайского вала в основном сохраняется, уменьшаются только его отдельные структуры. Северо-Лайское и Мишваньско-Командиршорское поднятия в плане совпадают с Лайским куполовидным поднятием, выделяемым по кровле фундамента. На месте Колвинского грабена отчетливо прослеживаются системы изометричных поднятий и впадин. В западной части Колвинско-Хорейверской структурной зоны обособляется Верхне-Лайская депрессия ( $S=585 \text{ км}^2$ ), состоящая из ряда изометричных мульд глубиной 5.7-5.9 км, разделенных перемычками - относительными поднятиями. Центральная часть - Колвинская зона поднятий ( $S=612 \text{ км}^2$ ) - совпадает с осевой частью Колвинского мегавала, выделяемого по поверхности карбонатных отложений, но она значительно меньше его по ширине. Поднятия имеют, как правило, изометричную форму. Все они, за исключением Хыльчуйского, относятся к погребенным, так как их очертания не совпадают с контурами структур Колвинского мегавала по верхним горизонтам осадочного чехла. Кровля отложений раннего силура-ордовика на поднятиях залегает на глубинах 4.6-5.4 км.

Восточная часть Колвинско-Хорейверской структурной зоны ( $S=698 \text{ км}^2$ ) состоит из Харьягинской мульды и Средне-Чернореченской котловины. Кровля отложений раннего силура-ордовика здесь фиксируется примерно на таких же глубинах (5.7-6.0 км), что и в пределах западной части.

Таким образом, центральная Колвинская зона поднятий соответствует осевой, наиболее прогнутой части Колвинского грабена, выделяемого по кровле фундамента. Эта зона наиболее интересна с точки зрения обнаружения здесь погребенных структур и заслуживает пристального внимания при дальнейших поисковых геолого-геофизических работах.

Большеземельский свод по кровле раннего силура-ордовика в целом сохраняет свои размеры. На севере отмечаются Садаггинский и Северо-Чернореченский купола. Их плановые очертания не совпадают с таковыми по кровле фундамента. Видимо, это разные структуры, но возможно, что их контуры не совпадают из-за схематичности построений структурных карт. Большеземельский свод погружается к северу. Градиент его погружения в северном направлении составляет всего 400 м на 160 км, а в западном - 1000 м на 15 км.

Выделяемый по поверхности фундамента единый крупный Сорокинско-Пайхойский прогиб по кровле отложений раннего силура-ордо-

вика распадается на три зоны: Варандей-Адзввинскую структурную зону, Коротайхинский и Косью-Роговской прогибы.

Варандей-Адзввинская структурная зона выделена впервые на тектонической карте под редакцией А.С. Бушуева в 1973 г. По нашему мнению, к ней следует относить и Воркутинскую ступень. Мощности осадочных образований различных литолого-стратиграфических комплексов здесь примерно такие же, как и в соседнем районе Верхне-Адзввинской впадины. Варандей-Адзввинская структурная зона хотя частично и наследует некоторые черты Сорокино-Пайхойского прогиба, но в ее пределах уже обособляются валы Сорокина, Гамбурцева, Няртеийгинское и Сарембойское поднятия. Последние выделяются нами впервые. Сарембойскому поднятию соответствует прогиб по фундаменту. Северная часть вала Гамбурцева расположена над Сарембойско-Гамбурцевской депрессией, а южная часть - над Адзввинским поднятием фундамента. Няртеийгинское поднятие и Хоседаюский вал совпадают со структурами, выраженными по кровле фундамента. Четко следятся дизъюнктивные поднятия Чернова, Чернышева и Верхне-Роговское. Ранее считалось, что интенсивная линейная положительная аномалия гравитационного поля, протягивающаяся от района Вашуткинских озер до мыса Синькин Нос и вызванная приближением к дневной поверхности палеозойских пород, отражает северо-западное продолжение поднятия Чернова. Однако проведенные за последнее время в этом районе сейсмические исследования показали различие в их тектоническом строении. Если поднятие Чернова представляет собой горст-антиклиналь, то прослеживающаяся к северо-западу от Вашуткинских озер структура скорее всего является взбросо-надвигом. Поэтому ее целесообразно выделять как самостоятельную Вашуткинско-Талотинскую приразломную структуру (данные И.В. Запорожцевой, С.А. Прохорова и др., 1976 г.).

На месте Падимейского грабена по кровле ордовика прослеживается Падимейское поднятие. Ярвожское куполовидное и Верхне-Роговское поднятия соответствуют аналогичным структурам фундамента. В Коротайхинском и Косью-Роговском прогибах кровля ордовикских образований опущена на глубину 6-9 км. При этом в Коротайхинском прогибе наблюдаются соответствия структур: Центрально-Коротайхинское приразломное поднятие в плане отвечает Юрьягинскому поднятию фундамента. Сохраняются и границы Припайхойской депрессии.

При рассмотрении структурного плана по поверхности карбонатных отложений (рис.1) видно, что в Денисовской структурной зоне прослеживаются Шапкинско-Юрьяхинский и Лайский валы. Лайский вал становится значительно уже, и, наоборот, увеличиваются размеры соседней Тибейвской депрессии. Колвинско-Хорейверская структурная зона (рис.15) распадается на четко обособленные структурные элементы: Верхне-Лайскую депрессию, Колвинский мегавал и Хорейверскую впадину. Если по нижележащим горизонтам Верхне-Лайская депрессия состояла из ряда изометричных мульд,

то по кровле карбонатных отложений отдельные структуры депрессии образуют цепочку вытянутых в северо-западном направлении опусканий. Колвинский мегавал становится значительно шире. Его восточный склон осложнен террасами. Локальные структуры мегавала, за исключением Хыльчужоской, являются навешенными. На месте Западно-Хорейверской депрессии и северо-западного склона Большеземельского свода, отмечаемых по кровле отложений раннего силура-ордовика, располагается единая Хорейверская впадина. Размеры впадины значительно меньше намеченных ранее на тектонических схемах (Кремс и др., 1974). По нашему мнению, восточную часть выделяемой ранее обширной Хорейверской впадины следует отнести к Большеземельскому выступу (ступени), расположенному над основной частью Большеземельского свода и Самаюской депрессией (рис.15). В районах Хорейверской впадины и Большеземельского выступа выделяется ряд положительных пологих локальных структур, как правило, изометричной формы. Размеры их, амплитуда и углы падения пород на крыльях увеличиваются с глубиной (рис.1).

Вал Сорокина протягивается в северо-западном направлении на 180 км, его северная и центральная части ограничены с обеих сторон дизъюнктивными нарушениями. Резкие смещения в плане структур вала, нарушения на его крыльях, поперечное субширотное нарушение, рассекающее вал, кулисообразное расположение локальных структур – все это свидетельствует о проявлениях интенсивных движений, сформировавших вал. Ширина вала составляет 7-10 км. Простираение локальных структур в основном подчинено простираению вала, за исключением субширотной Подверьюской структуры. Вал Сорокина – весьма сложное тектоническое сооружение, которое разделяется на отдельные блоки: северный, центральный и южный. Наиболее приподнятым является центральный блок, включающий Седьягинскую и Ярейягинскую структуры.

Восточнее вала Сорокина располагаются Мореюская и Верхне-Адзвинская депрессии, разделенные меридиональным валом Гамбурцева. Вал Гамбурцева имеет асимметричное строение: восточный склон – крутой, западный – более пологий. В пределах вала выделены Хасырейская, Нядейюская и Лекейягинская структуры. Ранее считалось, что вал в северной своей части сочленяется с поднятием Чернова, однако сейсмическими исследованиями последних лет показано, что северная часть вала имеет северо-западное простираение. В Верхне-Адзвинской впадине нами выделяются Няртеийгинское и Сарембойское поднятия. Сарембойское поднятие состоит из Южно-Сарембойской и Сарембойской структур. На севере оно примыкает к валу Гамбурцева, имеет инверсионное происхождение. Няртеийгинское поднятие состоит из структур Степковожской, Талотинской и Северо-Сарембойской. Оно является поднадвиговой структурой, так как с северо-востока на его структуры налегает приподнятый блок Вашуткинско-Талотинской приразломной структуры. Скорее всего Няртеийгинское поднятие будет прослеживаться и далее на северо-запад, а возможность обнаружения здесь поднадвиговых локальных структур весьма вероятна.

Хоседауский вал протягивается в северо-восточном направлении и состоит из трех положительных локальных структур: Хоседауской, Неруюской и Адзвинской. Крылья вала осложнены крупными дизъюнктивными нарушениями.

Структуры, осложняющие Верхне-Адзвинскую депрессию и окаймляющие ее, сформировались в разные отрезки геологической истории, что и обусловило сложный структурный план этой территории.

Северная часть ранее выделенного Косью-Роговского прогиба (Воркутинская ступень), как уже упоминалось, резко обособляется сокращенной мощностью осадков палеозоя, и потому она отнесена к Варандей-Адзвинской структурной зоне. Здесь нами выделяется субширотное инверсионное Падимейское поднятие, протягивающееся параллельно поднятию Чернова и осложненное локальными структурами: Западно-Падимейской, Падимейской и Сэрататской. Верхне-Роговское поднятие отделено от Падимейского вала мульдой; по склонам поднятия прослеживаются крупные дизъюнктивные нарушения. Ось Верхне-Роговского поднятия погружается в северо-восточном направлении. Сочленение его с поднятием Чернышева не изучено, поэтому возможность нахождения здесь локальных структур не исключается. Восточнее Вашуткинско-Талутинской приразломной структуры наблюдается моноклинальное погружение карбонатных отложений вплоть до Центрально-Кортаихинской приразломной структуры. В пределах последней устанавливается Лабогейская структура.

Материалы единственного пересечения Пай-Хоя и Карской впадины сейсмическим профилем показывают сложное тектоническое строение Пай-Хоя в осевой части. На его северо-восточном склоне прослежена система крупных разрывных нарушений. Нижне-Карская котловина ранее трактовалась кольцевым грабеном, обязанным своим происхождением проявлению интрузивной деятельности и вулканизма (Енокян и др., 1970). Материалы сейсмического профиля свидетельствуют о нормальном продолжении в эту область складчатой структуры восточного склона Пай-Хоя. Последний осложнен крупной Карской положительной структурой. Сложный характер строения центральной части Карской структуры подтверждается буровыми материалами. Скважина вскрыла здесь шестисотметровую толщу предположительно ордовикских образований.

Структурный план по кровле пермских отложений (рис.14) для западных районов Большеземельской тундры идентичен структурному плану по кровле карбонатных образований (рис.1). Отложения триаса залегают здесь практически горизонтально. Исключение составляет северная часть Варандей-Адзвинской структурной зоны, где осадки перми и триаса размыты (рис.14) в районе так называемого пермского свода Зенченко. В Кортаихинском прогибе повсеместно наблюдаются различия в морфологии структурных планов каменноугольных и пермско-триасовых образований. Достаточно интенсивная складчатость в пермских и триасовых породах явля-

ется резко наложенной по отношению к спокойно залегающим каменноугольным осадкам. По кровле пермских отложений здесь прослеживаются системы дизъюнктивных поднятий надвигового характера и разделяющих их синклиналей. Моноклиналиное погружение слоев в осевой части осложнено Центрально-Коротайхинским надвигом, захватывающим отложения верхнего палеозоя. В опущенном блоке здесь по отложениям перми и триаса расположен узкий Чаепинский антиклинальный перегиб, в плане совпадающий с расположенной глубже Лобогейской структурой. К западу от Центрально-Коротайхинского надвига прослеживается Хальмершорская синклиналь, а к северо-востоку — Лымбиноуская синклиналь. Верхне-Воркутское поднятие осложнено системой надвигов и разрывов. Сводовая часть его резко погружается в северо-западном направлении, где в наиболее опущенной части выделяется Сюрнейская структура. На фоне общего воздымания пермских отложений к Пай-Хою выделяется система синклиналей (Юрьягинская, Лымбиноуская, Понутинская, Северо-Понутинская) и разделяющих их антиклинальных поднятий (Тальмаюское, Ямботыское, Силовояхинское). Силовояхинское поднятие резко выражено и по нижним горизонтам осадочного чехла.

Центрально-Коротайхинское и Верхне-Воркутское поднятия соответствуют положительным структурам и по более глубоким горизонтам. В северо-восточных районах прогиба, за исключением Силовояхинского, эти соответствия остаются проблематичными из-за отсутствия достоверных данных о структурном плане нижних горизонтов осадочного чехла. Скорее всего в пределах поднятий под пермскими отложениями следует искать поднадвиговые структуры по нижележащим горизонтам среднего и нижнего палеозоя. В целом структурный план Коротайхинского прогиба по верхним горизонтам осадочного чехла свидетельствует о влиянии тангенциальных движений со стороны Пай-Хоя. Завершение формирования этой складчатой системы приходится на послетриасовое время.

Нами произведена количественная оценка соответствия структур осадочной толщи структурам, выраженным по поверхности фундамента. Для этого повсеместно были рассчитаны корреляционные связи между рельефом поверхности фундамента и рельефом поверхности среднего карбонатного комплекса (отражающий горизонт III; рис. 1, 16). Расчетные точки снимались по квадратной сетке со стороны ячейки, равной 5 км. Вычисления производились на ЭЦВМ Мир-1 по программе „Статкор“. Полученные коэффициенты корреляции составляют: для районов Денисовской структурной зоны и Колвинского мегавала  $r_1 = 0.437$  при  $f = 708$  и  $t_B = 12.96$  при уравнении регрессии  $y = 3.098 + 0.624x$  ( $f, t_B$  и др. см. с. 40); для районов Хорейверской впадины и Большеземельского выступа:  $r_2 = 0.340$ ,  $f = 478$ ,  $t_B = 7.92$ ,  $y = 1.555 + 0.212x$ ; для районов Варандей-Адзвинской структурной зоны  $r_3 = 0.243$ ,  $f = 500$ ,  $t_B = 5.624$ ,  $y = 2.488 + 0.217x$  ( $y$  — глубина залегания кровли фундамента,  $x$  — карбонатной толщи).

Не случайно, что наиболее низкие коэффициенты корреляции были получены для Варандей-Адзвинской структурной зоны, так как именно здесь произошли наибольшие изменения в структурных планах. Вычисленные коэффициенты корреляции характеризуют некоторое соответствие структур осадочного чехла со структурами, выраженными по кровле фундамента. Примерно 2/3 площади занимают сквозные структуры I, II, а иногда и III порядков. Наибольшие изменения структурных планов наблюдаются в грабенах и прогибах фундамента.

Анализ структурных планов территории по различным горизонтам осадочного чехла и кровле фундамента позволяет сделать следующие выводы.

1. Крупные структурные формы (I порядка), выявленные по нижним горизонтам осадочного чехла (кровля отложений нижнего силура-ордовика), соответствуют структурным формам того же порядка, выявленным по кровле фундамента. Структурные формы II порядка по тем же горизонтам могут как соответствовать структурным формам по кровле фундамента, т.е. являться сквозными (например, Мишваньско-Командиршорское куполовидное поднятие, Морею-ская депрессия), так и не соответствовать им (например, навешенные Шапкинско-Юрьяхинский вал и Падимейское поднятие). Вопрос унаследованности более мелких структур (III и IV порядков) остается открытым из-за схематичности построенных карт.

2. Структурные формы I порядка, выявленные по кровле карбонатных пород ранней перми и карбона в западной части Большеземельской тундры, не соответствуют структурным формам по более нижним горизонтам осадочного чехла. Так, изменяются границы Денисовской и Колвинско-Хорейверской структурных зон в целом, а внутри них - отдельных локальных структур. Меняется в принципе структурный план в районе Большеземельского свода. В восточной части Большеземельской тундры границы структур практически всех порядков остаются почти без изменения. Таким образом, в западной части территории локальные структуры по кровле раннепермско-каменноугольных отложений в меньшей степени соответствуют локальным структурам по кровле отложений раннего силура-ордовика, чем в восточной части. Следовательно, максимальное количество погребенных структур распространено в районах Колвинского мегавала и Хорейверской впадины.

3. Структурный план триасовых и пермских горизонтов в западных районах Большеземельской тундры соответствует структурному плану нижнепермско-каменноугольной толщи. В восточных районах (Коротаихинский прогиб) повсеместно наблюдаются различия в морфологии структурных планов каменноугольных и пермско-триасовых образований. При этом наблюдаются интенсивная складчатость в пермских и триасовых отложениях и относительно спокойное залегание подстилающих их карбонатных осадков. В этом же районе широко распространены поднадвиговые структуры.

4. Для отложений раннего силура-ордовика характерны локальные структуры как изометричной, так и продолговатой формы. В отложе-

ниях же каменноугольного, пермского и триасового возраста пре-  
валируют только вытянутые локальные структуры (90-98%).

## Палеотектонический анализ развития территории

Сведения о возрасте фундамента. В настоящее время существует несколько мнений относительно возраста и характера пород, слагающих фундамент. Основываясь на сходстве магнитных полей внутренних частей Русской плиты, имеющих карельский фундамент, с магнитными полями Печорской синеклизы, некоторые геологи (Фотиади, 1958; Цю, 1964; Залипухин, 1963, и др.) считают возраст фундамента Большеземельской тундры эпикарельским. Эта точка зрения явилась дальнейшим развитием взглядов А.П. Карпинского (1919), полагавшего, что в пределах северной части территории между Тиманом, Уралом и Пай-Хоем выделяется „жесткий массив“ древних архейских кристаллических пород, так называемый Пытков Камень. Существуют различные взгляды относительно размеров этого массива. Так, З.И. Цю (1964) полагал повсеместное распространение раннедокембрийского кристаллического фундамента в Большеземельской тундре до Урала и Пай-Хоя. Э.Э. Фотиади (1958) считал, что „древнейшие гнейсы“ распространены лишь в пределах территории, занимаемой современной Хорейверской впадиной. Т.Н. Спизарский (1968) в Большеземельской койлогенной области выделил два разнородных в тектоническом отношении региона: Тиманскую протерозойскую складчатую систему, сложенную метаморфическим комплексом пород, и более древний Большеземельский массив, разделенные зоной глубинных разломов.

Однако большинство геологов теперь склоняется к тому, что территория Большеземельской тундры имеет более молодой фундамент, образованный байкальской складчатостью (Журавлев и др., 1965; Гафаров, 1966, 1976а, 1976б; Дедеев, 1969, 1972; Журавлев, 1972; Вассерман и др., 1974; Структура фундамента..., 1974; Пучков, 1975; Запорожцева и др., 1976). Точка зрения о сходстве магнитных полей нашей территории с магнитными полями Русской платформы этими исследователями не разделяется. Еще Р.А. Гафаров (1966) писал, что сходство знака и характера магнитных полей отдельных и разобнесенных зон само по себе не может служить обоснованием возраста слагающих их пород, если не установлена их связь с определенными геологическими объектами.

По мнению этой группы геологов и геофизиков, фундаментом Большеземельской тундры могут быть различные структурно-вещественные комплексы, аналогичные древним доордовикским породам Полярного Урала, выступающим в Енганэпейской, Манитаньрдской брахиантиклиналях. Данные бурения в последнее время подтвердили это предположение (Вассерман и др., 1974). Фундамент теперь вскрыт на Средне-Шапкинской структуре, где он представлен эффу-

зивно-осадочной толщей верхнего рифея; в своде Возейского поднятия, где он сложен венд-кембрийским (?) осадочным комплексом пород; в своде Боганского поднятия, где встречены рифей-вендские хлорито-сланцевые сланцы. В пользу широкого развития фундамента рифейского возраста, помимо данных единичных скважин, могут свидетельствовать и представленные в нашей работе геофизические материалы.

1. Поверхность фундамента Большеземельской тундры (рис.16) сильно расчленена, что не типично для фундамента древних платформ.

2. Платформенные структуры (рис.1,15,16) представляют собой чередование узких протяженных валов и прогибов, многие из которых имеют инверсионную природу. Границы между основными структурами почти всегда осложнены разрывными нарушениями большой амплитуды, прорывающими как фундамент, так и осадочный чехол. Эти признаки также более характерны для молодых платформ, чем для древних.

3. Несоответствие рельефа магнитовозмущающих масс современному рельефу складчатого фундамента также рассматривается многими исследователями, в том числе и автором, в качестве одного из доказательств молодого возраста фундамента (Калинина, Фотиади, 1959; Запорожцева, 1976).

4. Наблюдаемое четкое соответствие древних антиклинорий и синклинорий фундамента, выделенных по материалам физических полей, современным структурам, многие из которых являются унаследованными, также свидетельствует в пользу молодости фундамента, так как сравнительно небольшой перерыв в осадконакоплении между геосинклинальным и платформенным режимом не свойствен древним платформам.

Таким образом, геофизические материалы косвенно также подтверждают молодой, байкальский, возраст фундамента Большеземельской тундры.

История платформенного развития. История платформенного развития Большеземельской тундры рассматривалась неоднократно многими исследователями (Афанасьев, Яцук, 1965; Дедеев и др., 1969; Запорожцева, 1970; Гарбаев, Запорожцева, 1972; Кремс и др., 1974; Тимонин, 1975а, 1975б; Беляков и др., 1976; Запорожцева и др., 1976; Богацкий, Данилевский, 1977, и мн.др.).

Основные черты тектонического развития территории отчетливо прослеживаются при анализе схематических карт изопахит отложений, составленных по материалам сейсмических исследований и бурения (рис. 17-21). Эти карты с известным приближением могут характеризовать отдельные структурно-формационные комплексы осадочного чехла. Границы между отражающими горизонтами не всегда совпадают с поверхностями структурно-формационных комплексов, отражающих основные этапы тектонической эволюции. Тем не менее сейсмический материал с известным приближением позволяет построить схемы изопахит для отдельных структурно-формационных комплексов, и тем самым создается возможность для палеотектонических

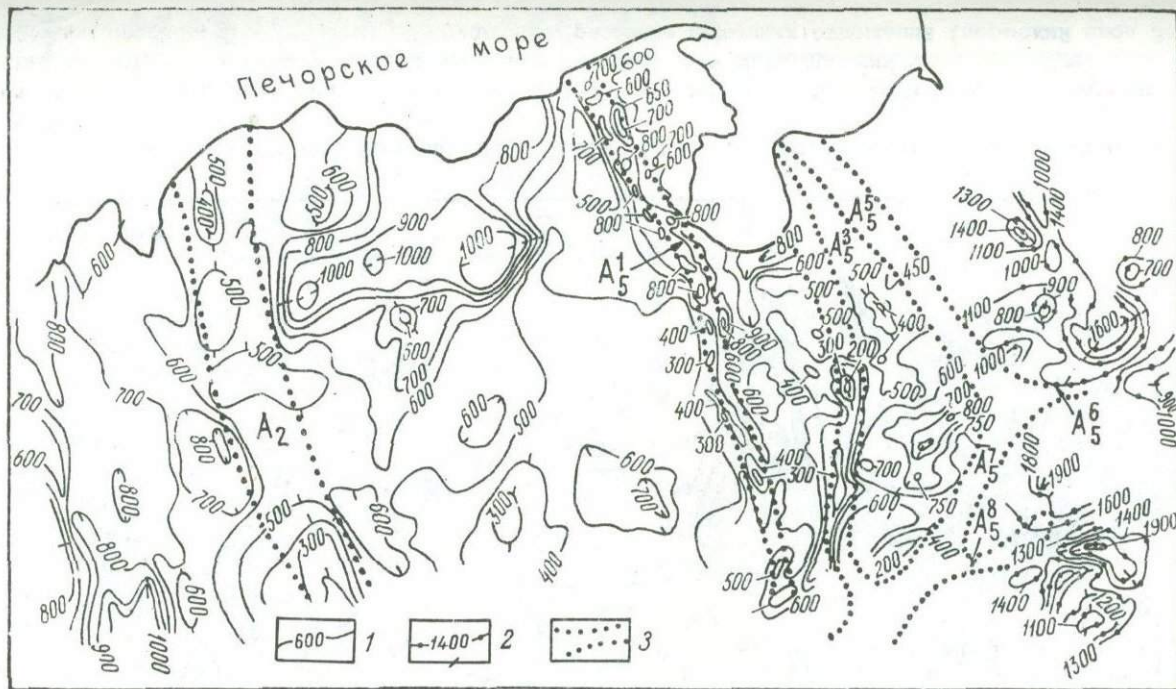
реконструкций. Несомненно, при дальнейших более детальных геолого-геофизических исследованиях территории история ее геологического развития будет значительно уточнена.

О р д о в и к-с р е д н и й д е в о н. Карта изопахит ордовикско-раннефранских отложений, заключенных между отражающими горизонтами УП и У, условно отображает закономерности развития наиболее раннего платформенного этапа (рис.17).

На начальном этапе развития платформенного чехла в западной части территории заложилась крупная грабень — Шапкино-Юрьянинский и Колвинский, разделенные Лайским горстом. К востоку от Большеземельского свода закладывается перикратонный прогиб. Его западная граница проходила примерно вдоль современного вала Сорокина, возможно, связывалась с глубинным разломом, который отчетливо прослеживается на картах физических полей. На карте изопахит этому участку отвечает зона максимальных горизонтальных градиентов. Восточная граница перикратонного прогиба (граница платформенных карбонатных елецких и миогеосинклинальных сланцевых лемвинских формаций) также определялась длительно развивавшимися разломами глубокого заложения.

В Шапкино-Юрьянинском грабене намечаются две мульды — Пашшорская и Шапкинская, где осадки достигают мощности 1600–1700 м. Расположенный восточнее Лайский горст большей своей частью располагался за пределами рассматриваемой территории. Его северная периклиналь в общих чертах совпадала с Командиршорским поднятием. В пределах горста фиксируются резкие сокращения мощности силурийско-нижефранского комплекса (до 500 м и менее). В грабене, существовавшем на месте северной части современного Колвинского мегавала, намечаются три участка максимального погружения, где мощности осадков достигают 2000 м: Харьгинская, Северо-Харьгинская и Ярейюская мульды. Они были разделены участками относительных поднятий, где мощность отложений комплекса сокращалась до 1600 м. К востоку от Колвинского грабена располагался обширный Большеземельский свод с крутым западным и более пологим восточным крыльями. Мощность осадков в его приподнятой части достигала 500–600 м. На северной периклинали свода, в районе побережья Печорского моря, прослеживалась группа изометричных поднятий.

В области перикратонного прогиба мощность ордовикско-раннефранских отложений увеличивалась к востоку и северо-востоку до 3200 м и более. На фоне регионального увеличения мощностей выделялся ряд поднятий и депрессий. В районах современных структур — вала Сорокина и Мореюской депрессии — существовала единая Сорокинско-Мореюская депрессия, в осевой части которой мощность осадков достигала 2400 м. Депрессия, видимо, имела грабенообразный характер. Ее наиболее погруженная часть расположена вблизи Адзвинского поднятия. В северной части современного вала Сорокина (от Наульской структуры на юге до Варандейской на севере) существовало валообразное поднятие, осложняющее западный борт



Фиг.18. Схематическая карта изопахит каменноугольных отложений.

1 - изопахиты каменноугольных отложений (в м) без основной части нижнекаменноугольных осадков между отражающими горизонтами 1У-III; 2 - изопахиты каменноугольных отложений (в м) между отражающими горизонтами Д-С; 3 - контуры некоторых современных тектонических структур (наименование структур см. на рис.1).

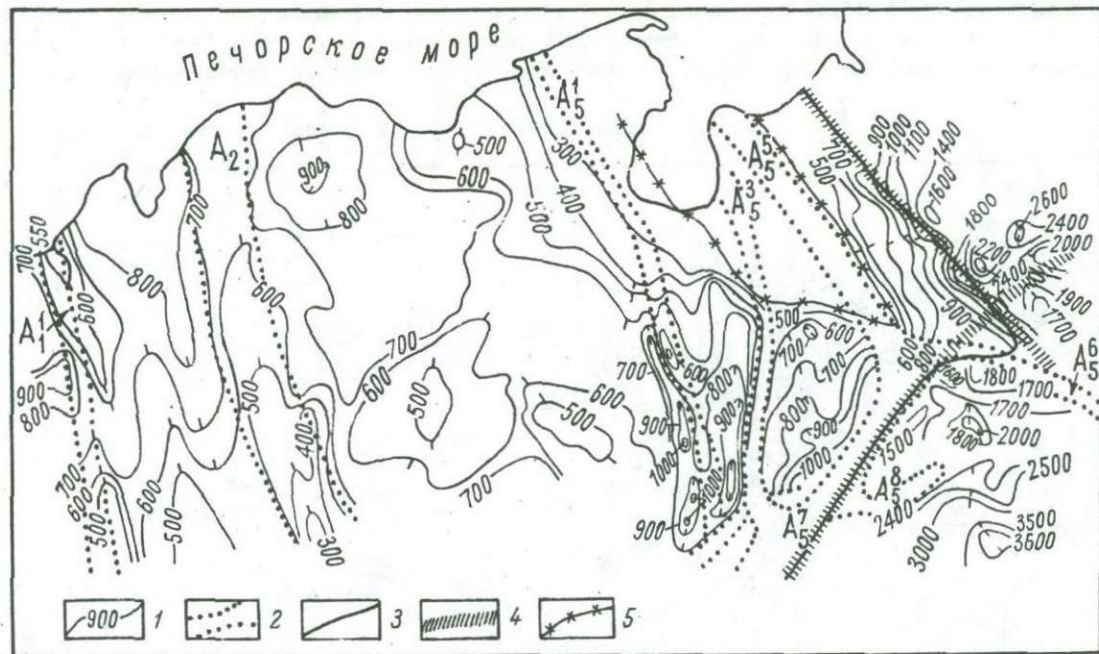


Рис.19. Схематическая карта изопачит пермских отложений между отражающими горизонтами III-B.

1 - изопачиты пермских отложений (в м); 2 - контуры некоторых современных структур (наименование структур см. на рис.1); 3 - западная граница краевого прогиба; 4 - зоны древних разломов, предопределивших границы краевого прогиба; 5 - границы регионального размыва пермских отложений (пермский свод Зенченко).

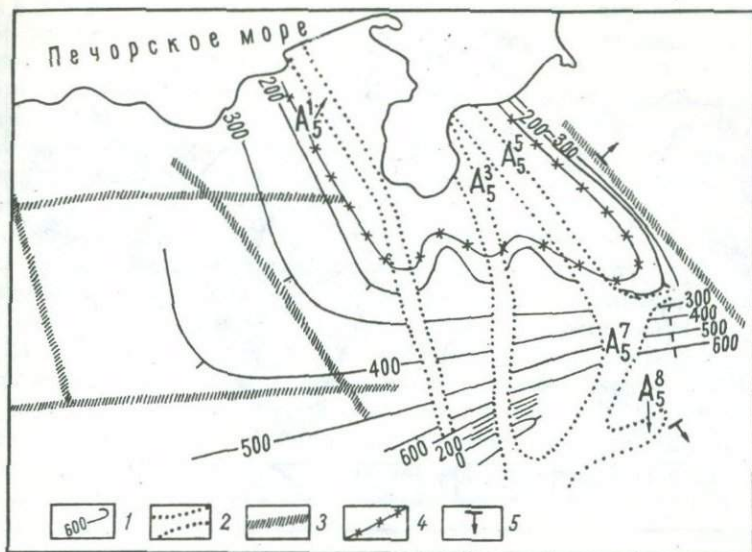


Рис. 20. Схема изопачит отложений поздней перми.

1 - изопачиты отложений поздней перми (в м); 2 - контуры некоторых современных структур (наименование структур см. на рис. 1); 3 - зоны древних разломов; 4 - границы регионального размыва позднепермских отложений или резкого сокращения их в мощности (предполагаемые границы пермского свода Зенченко); 5 - направления интенсивного увеличения мощности верхнепермских осадков.

Сорокинско-Мореюской депрессии. Вообще современный структурный план северной части вала Сорокина можно считать унаследованным от ордовикско-среднедевонского. Здесь происходит лишь некоторое смещение сводов Наульской и Лабоганской структур. В районе современной Седьягинской структуры существовал участок активного прогибания, в котором накапливались осадки мощностью до 2600 м. Современные структуры южной части вала (от Ярейягинской до Нерчейюской) также имеют унаследованный характер развития. Можно предполагать, что формирование современного сложного структурного плана вала Сорокина обусловлено активными тектоническими движениями по разломам древнего заложения, имеющими как субмеридиональные, так и субширотные простирания.

На юге современных структур - вала Гамбурцева и Верхне-Адзвинской депрессии - располагалось Адзвинское поднятие, которое протягивалось вдоль восточного борта современной Мореюской депрессии. На северо-востоке Адзвинское поднятие, видимо, переходило в Няртеягинское поднятие и, по всей вероятности, распространялось также и к юго-востоку.

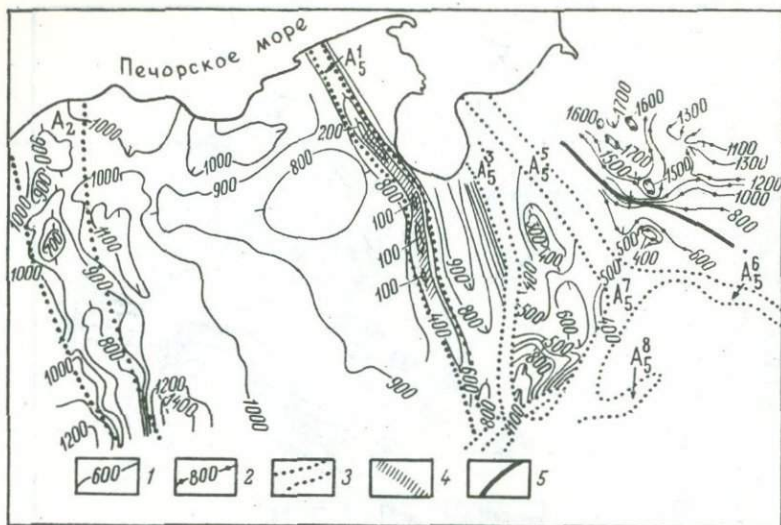


Рис.21. Схематическая карта изопачит триасовых отложений между отражающими горизонтами I— $a_1$ .

1 — изопачиты триасовых отложений (в м); 2 — изопачиты отложений лестаншорской свиты; 3 — контуры некоторых современных структур (наименование структур см. на рис.1); 4 — зона минимальной мощности или полного отсутствия триасовых отложений; 5 — западная граница триасового краевого прогиба.

В северной части современного вала Гамбурцева (на месте современной Лекейягинской структуры) существовала Нядейская депрессия. Современному Сарембойскому поднятию в ордовикско-среднедевонское время соответствовала зона малюамплитудного прогибания.

Воркутинская ступень в описываемый период также имела сложное тектоническое строение. В районе современного Падимейского поднятия располагалась вытянутая в субширотном направлении депрессия, в которой накапливались осадки мощностью до 4500 м. Верхне-Роговское поднятие на северо-востоке сливалось с Воргашорским.

В современном Коротайхинском прогибе также происходила дифференциация структурного плана. В центральной части прогиба выделялось вытянутое валообразное Юрьягинское поднятие северо-западного простирания с амплитудой до 700 м. К северо-востоку от него отмечалось нарастание мощностей в области Прилайхойской депрессии.

Поздний девон-карбон. Этот этап характеризуется изопачитами отложений между отражающими горизонтами III и

1У, а также D и C (рис. 18). Мощности осадков верхнего девона пропорциональны каменноугольным, потому мы и объединяем эти этапы.

На протяжении каменноугольного периода господствовал относительно устойчивый режим осадконакопления. Палеоструктурный план территории характеризуется изометричными формами. На площади древних Шапкинско-Юрьянского и Колвинского отрицательных палеотектонических сооружений (рис. 17) в это время присутствуют изометричные поднятия и впадины с амплитудами до 200–300 м (рис. 18). Некоторые из них совпадают с древними структурами, например с Северо-Лайским и Командиршорским поднятиями Лайского горста, хотя амплитуды каменноугольных структур незначительны (до 100 м). Большеземельский свод уже частично расформирован. Здесь весьма показательно появление новых широтных отрицательных форм на северной периклинали свода. В пределах северной части современного вала Сорокина сохраняется режим прогибания. В его центральной и южной частях формировались локальные положительные структуры. Начинается формирование Лекейгинской и Нядейской структур будущего вала Гамбурцева, на месте Адзьвинского палеоподнятия – современной Верхне-Адзьвинской впадины.

В Воркутинской ступени в целом сохраняется режим прогибания, например на месте Падимейской депрессии. На севере Верхне-Роговского поднятия происходит дальнейшее сокращение мощности осадков. В Кортаихинском прогибе фиксируется чередование изометричных поднятий и впадин.

Мощности каменноугольных отложений в западной и восточной частях Большеземельской тундры примерно одинаковы. Поэтому здесь невозможно провести западную границу перикратонного прогиба.

**Пермь.** Карта изопахит отложений, заключенных между отражающими горизонтами III и V, позволяет восстановить геологические события, происшедшие практически в течение всего пермского периода (рис. 19). Пермское время является переломным в развитии Большеземельской тундры. На востоке в непосредственной близости от молодых горных сооружений Урала в середине перми начал закладываться компенсационный, или краевой, прогиб. Заложение его сопровождалось сменой знаков тектонических движений в западной части территории. На севере вдоль краевого прогиба начинает формироваться крупное поднятие – пермский свод Зенченко (рис. 20). Возникают положительные структурные формы, отвечающие современным валам Гамбурцева, Сорокина, Шапкинско-Юрьянскому, Колвинскому. В то же время структуры, испытывавшие в предшествующие этапы развития в целом положительные тектонические движения, теперь опустылись (районы современных Денисовской структурной зоны, Хорейверской впадины). Только отдельные структуры, имевшие ранее положительный знак движений, сохранили эту тенденцию (например, Командиршорская структура). В ранней перми в виде положительной структуры продолжает существовать центральная часть современного вала Сорокина – Седьгинская структура. Начинает формироваться южная часть Мореюской депрессии, в восточ-

ной части которой закладывается узкий Ватъярский прогиб. Образование последнего связано, по всей видимости, с движениями по разломам, которые в современном структурном плане ограничивают с запада вал Гамбурцева. Продолжается формирование Сарембойской и Нядейюской структур. Как показали результаты бурения скважин на Нядейюской структуре, в сводовой ее части отложения перми отсутствуют полностью. В области современной Воркутинской ступени в ранней перми прослеживается Падимейское поднятие, осложненное Западно-Падимейской, Падимейской и Сэрататьской локальными структурами. В позднепермскую эпоху, видимо, продолжается дальнейшее формирование этих структур.

По данным сейсморазведки и бурения устанавливается зона резкого сокращения, а местами и полного отсутствия отложений поздней перми (рис.20). В современном структурном плане она охватывает северные и центральные районы валов Сорокина и Гамбурцева, северные районы Мореюской и Верхне-Адзвинской депрессий, а также юго-западную часть Кортаихинского прогиба. Это обширное пермское сводобразное поднятие, заложившееся, по всей вероятности, еще в кунгурском веке и интенсивно развивавшееся в позднепермскую эпоху, названо нами сводом Зенченко (в память геофизика М.П. Зенченко). Границы свода контролировались разломами глубокого заложения, которые отчетливо видны в гравитационном и магнитном полях. Наиболее четко проявлялся восточный разлом, которому в верхних горизонтах осадочного чехла теперь соответствует Центрально-Кортаихинская приразломная структура. Северная часть свода Зенченко покрыта водами Печорского моря. Локальный участок выклинивания верхнепермских отложений известен также в северо-восточной части современного Хоседаюского вала.

При установлении западной границы пермского краевого прогиба мы исходили из описанных ниже предпосылок.

1. На границах пермского краевого прогиба происходит смена тектонического режима. К востоку отмечается область резкого прогибания, к западу - область, устойчивая к прогибанию. Пермские отложения здесь либо отсутствуют, либо резко сокращены в мощности (например, на территории пермского свода Зенченко).

2. Здесь же наблюдается смена молассовых угленосных мощных формаций нормально слоистыми морскими безугленосными толщами сокращенной мощности. По сейсмическим материалам видно резкое увеличение количества отражений к востоку от Центрально-Кортаихинской приразломной структуры.

3. Прослеживается зона глубинных разломов, четко фиксируемая в потенциальных полях. Интенсивные движения по этим разломам происходили не только в перми, но и в триасе. К ним приурочены трапшковые излияния базальтовой магмы.

В целом пермский крайовой прогиб унаследованно заложился на месте приуральского перикратонного опускания.

Т р и а с. История триасового осадконакопления отчетливо видна на карте изопахит триасовых отложений, заключенных между отражающими горизонтами В и  $a_1$  (рис.21). В эту эпоху отмечает-

ся активизация тектонических движений по разломам древнего заложения; завершается формирование краевого прогиба, граница которого проходила несколько западнее, чем в пермский период (западнее современной Центрально-Коротаихинской приразломной структуры). В это время сформировался структурный план, близкий к современному. Хорейверская впадина представляла собой пологое, широкое опускание со слабо расчлененной поверхностью. Четко проявилось валобразное поднятие Сорокина, в центральной части которого триасовые отложения либо отсутствуют, либо имеют незначительную мощность (100–200 м). Исключение здесь представляет только северная часть вала, где наблюдается резкое увеличение мощности триасовых осадков. Продолжает формироваться Мореюская депрессия, в осевой части которой мощность триаса достигает 900 м. Достаточно рельефно проявляется южная часть Верхне-Адзвинской впадины, где мощность триаса составляет 1000–1100 м. Значительное увеличение осадков имеет место в Коротаихинском прогибе, где мощности триасовых отложений возрастают до 3000 и более метров. Следует отметить, что на приведенной схеме изопахит (рис.21) в Коротаихинском прогибе приведены мощности пород только для лестаншорской свиты.

Намечаемое уменьшение мощностей триасовых осадков на юго-восточном борту Верхне-Адзвинской депрессии, видимо, является следствием их регионального сокращения в сторону современного Косью-Роговского прогиба.

**Р а н н я я ю р а.** Окончательное оформление современного структурного плана Большеземельской тундры происходит, вероятно, в ранней юре. Восточная ее часть испытала в это время интенсивную приразломную складчатость, в результате которой образовались крупные горстовидные поднятия Чернышева, Чернова и поднятия внутри Коротаихинского прогиба. В это же время создано Пайхойское горно-складчатое сооружение. Происходит оживление тектонических движений и в пределах вала Сорокина.

#### Некоторые черты разломной тектоники и магматизма

Вопросу изучения разломной тектоники Большеземельской тундры посвящены работы Б.Л. Афанасьева (1958), Р.А. Гафарова (1976б), В.А. Дедеева и др. (1969), Л.П. Топорской (1970), Б.Я. Вассермана и др. (1974, 1976а), И.В. Запорожцевой (1970, 1976) и др.

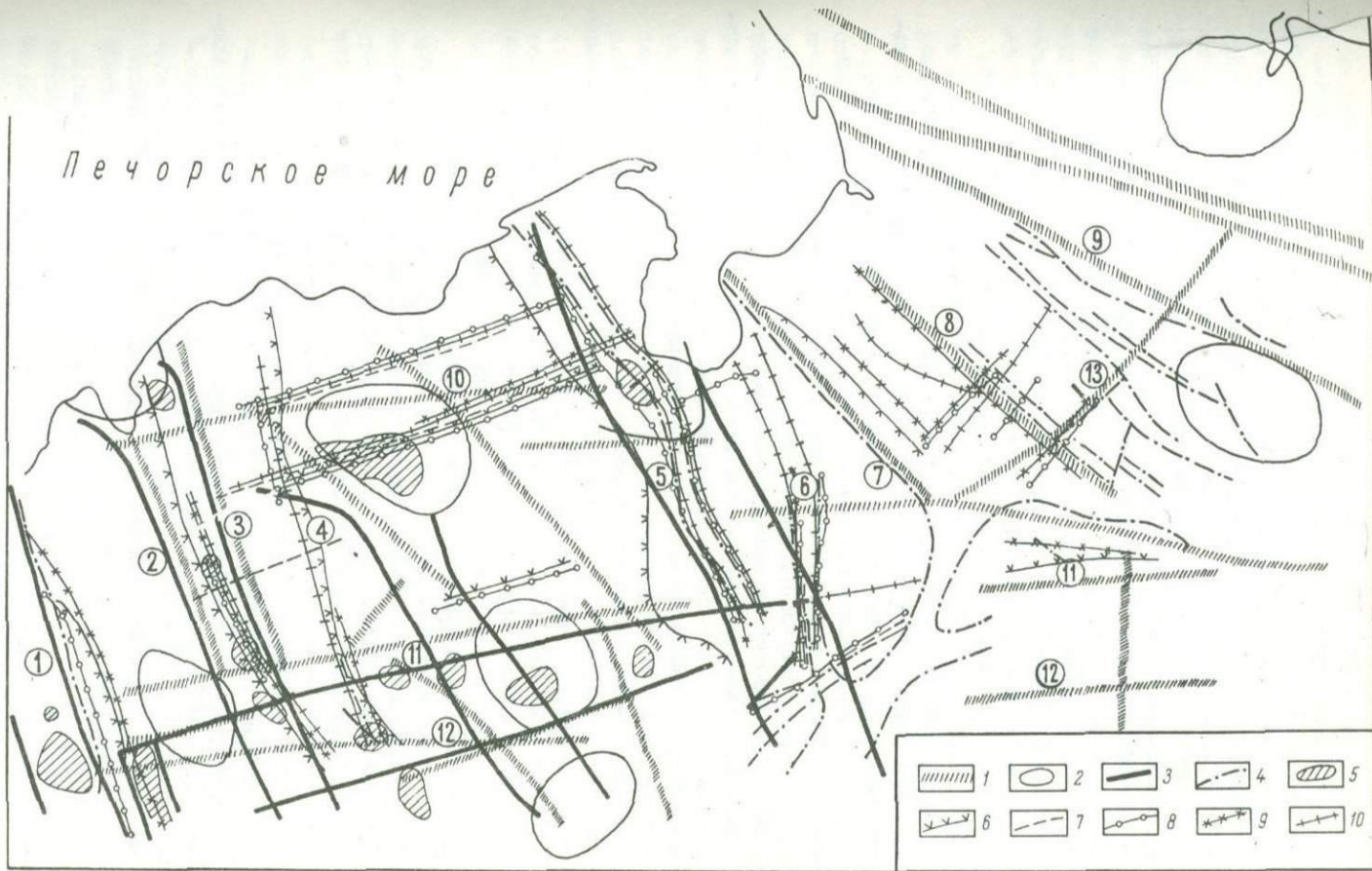
Каждый из исследователей разрабатывал свой комплекс геологических и геофизических признаков для выделения зон разломов в закрытых территориях. Обычно исследователи, анализируя геофизические материалы, выделяли зоны разломов по картам наблюдаемых потенциальных физических полей. При этом учитывались особенности геофизических полей: зоны максимальных горизонтальных градиентов, изменения в морфологии и интенсивности полей.

При выделении зон разломов нами были использованы не только карты наблюдаемых потенциальных полей, но и результаты трансформаций этих карт по методу геологической редукции. Кроме этого, использовались структурные карты и схемы изопохит, составленные по сейсмическим данным (рис.22). В результате удалось выделить несколько систем разломов, которые по возрасту условно можно разделить на две группы. Первые – разломы фундамента предположительно рифейского времени заложения. К ним относятся: а) наиболее древняя сетка разломов субширотных и северо-западных (пайхойских) простираний; б) более молодая ортогональная сетка разломов север-северо-западных и северо-восточных простираний. Вторые – разломы палеозойского осадочного чехла и разрывы фундамента, активизированные в платформенную стадию развития территории. Эти нарушения, как правило, имеют те же простирания, что и выше отмеченные. Они проявлялись в различные этапы осадконакопления, унаследовав более древние системы разломов.

По характеру проявления разломов тех или иных направлений всю территорию Большеземельской тундры можно разделить на четыре района (рис.1): 1) Денисовская структурная зона и Колвинский мегавал, где во все геологические эпохи преобладали ярко выраженные разломы север-северо-западных простираний; 2) Хорейверская впадина и Большеземельский выступ – ступень (в фундаменте проявляются все системы разломов рифейского возраста заложения, в осадочном чехле преобладают разломы субширотных простираний); 3) Варандей-Адзьвинская структурная зона, где преобладают разломы север-северо-западных простираний как в фундаменте, так и в осадочном чехле (на юге зоны отмечены разломы северо-восточных – уральских – простираний); 4) Коротайхинский прогиб, где широко развиты разломы северо-западных (пайхойских) и северо-восточных (уральских) направлений; они проявлены в фундаменте и в осадочном чехле.

На схеме остаточных псевдогравитационных аномалий, характеризующей влияние крупных неоднородностей фундамента (рис.10), нетрудно заметить, что выделенные районы  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  отличаются друг от друга характером аномального поля. Районы  $\beta, \gamma, \delta$  характеризуются более сложным гравитационным полем (чередованием полос гравитационных максимумов и минимумов), район  $\alpha$  – относительно спокойным гравитационным полем с изометричными минимумами в центральной части. Поскольку характер аномалий гравитационного поля можно в какой-то мере связывать с тектонической активностью района, то, видимо, район  $\alpha$  наименее тектонически активен. В осадочном чехле наибольшая интенсивность тектонических структур также наблюдается в районах  $\beta, \gamma$  и  $\delta$ , наименьшая – в районе  $\alpha$ . Полагаем, что в районах с высокой степенью тектонической активности наиболее широко проявлены разломы. Возможно, что здесь повсеместно существовали наиболее древние северо-западные и субширотные разломы фундамента, а в платформенном чехле четко проявились разломы север-северо-западных

Печорское море



простираций. Последние в раннем-среднем палеозое обусловили формирование горстов, грабенных, валов и прогибов, а в пермско-триасовое время эти же разломы контролировали простираание наиболее крупных структур (валов, депрессий, прогибов). В районе *а* интенсивные тектонические движения, видимо, не проявлялись. Поэтому здесь в фундаменте отчетливо видна наиболее древняя сетка разломов, причем разломы субширотных направлений особенно сильно сказывались в раннем карбоне и триасе (рис. 18, 21). В районе *б* (рис. 10) формирование тектонических структур было под влиянием разломов пайхойских и уральских направлений. Это естественно, так как район примыкал к тектонически активным молодым горным областям Пай-Хоя и Урала. Поскольку северо-западные направления разломов, на наш взгляд, наиболее древние, то, скорее всего, простираания Пайхойского антиклинория и Коротайхинского прогиба были унаследованы от структур рифейского фундамента.

Нами выделяется 13 зон разломов (рис. 22), заложившихся, по всей вероятности, в рифейское время и постоянно активизировавшихся в последующие геологические эпохи. Зоны разломов являлись зонами растяжения земной коры, так как к ним приурочены основные интрузии, выделяемые по положительным интенсивным аномалиям потенциальных полей. В Коротайхинском прогибе к зонам разломов приурочены излияния триасовых базальтов. Зоны разломов оказывали существенное влияние на формирование структур осадочного чехла начиная с самых ранних этапов платформенного осадконакопления. Например, в Хорейверской впадине зона разломов 10 предопределила формирование широтных структурных элементов в девонское, каменноугольное, пермское и триасовое время (рис. 18-21). Зоны разломов 1-5 в силурийско-раннефранское время проявлялись по бортам грабенных и прогибов. В современном плане зона 1 отделяет Шапкинско-Юрьяхинский вал от соседней депрессии; зона 2 прослеживается вдоль западного борта Верхне-Лайской депрессии; зона 3 контролирует простираание Колвинской зоны поднятий по кровле отложений раннего силура-ордовика, а по вышележащим отложениям расположена на западном крыле Колвинского мегавала. Зона 4 приурочена к восточному крылу Колвинского мегавала; зона 5 контролирует западную границу ранне-среднепалеозойского Соркинско-Пайхойского прогиба. Зоны 6-9 также контролируют прости-

Рис. 22. Схема связи разломов фундамента и осадочного чехла.

1 - наиболее древние разломы фундамента (предположительно раннерифейские); 2 - контуры изометричных отрицательных гравитационных аномалий; 3 - разломы фундамента (предположительно позднерифейские); 4 - палеозойские разломы в фундаменте и в осадочном чехле; 5 - контуры интенсивных магнитных аномалий. Дислокации осадочного чехла, предположительно связываемые с палеозойскими разломами; 6 - силурийские, 7 - девонские, 8 - каменноугольные, 9 - пермские, 10 - триасовые. Цифры в кружках - номера главных зон разломов, активно влиявших на формирование структур осадочного покрова.

рания главных структур в районе: зона 6 – вала Гамбурцева, зона 7 – Вашуткинско–Талотинской приразломной структуры, зона 8 – Центрально–Коротайхинской приразломной структуры, зона 9 – восточной границы Припайхойской депрессии. К зонам разломов приурочены резкие изменения мощностей отложений различных литолого–стратиграфических комплексов. Зоны 1,3–5 ограничивают районы максимальной мощности отложений нижнего силура–ордовика, зоны 6 и 7 – их минимальной мощности. Зоны 8,9 и 13 оказали существенное влияние на характер осадконакопления пермских и триасовых толщ в Коротайхинском прогибе. Восточнее зоны 8 наблюдается скачкообразное нарастание мощности отложений перми и триаса. Зона 13 разделяет участки с резко различными мощностями отложений каменноугольного и пермского возрастов.

Таким образом, в тектонически активных районах западной части Большеземельской тундры разломы север–северо–западных направлений, как правило, контролируют простирание современных структур I и II порядков и оказывают большое влияние на характер осадконакопления различных литолого–стратиграфических комплексов. Разломы в тектонически пассивных районах в значительно меньшей степени контролируют современный структурный план. К ним приурочены только локальные структуры III и IV порядков. В более ранние отрезки геологической истории они играли большую роль при образовании палеоструктур, что выразилось в резких изменениях мощностей отложений осадочного чехла. В Коротайхинском прогибе рифейские разломы северо–западных направлений также контролируют простирания структур I, II и III порядков. Они оказывали большее влияние на характер изменения мощностей отложений перми и триаса. Палеозойские разломы северо–восточных (уральских) направлений в меньшей степени здесь контролируют современный структурный план, но, по всей вероятности, играли большую роль в образовании палеоструктур в каменноугольное, пермское и триасовое время.

Интенсивные внедрения магматических тел связаны как с байкальской, так и с варисцийской складчатостями. Наблюдается четкое соответствие простирания структур пермско–триасового комплекса с магнитными максимумами интенсивностью от 2 до 4–5 мГэ. Как правило, интенсивные магнитные аномалии приурочены к современным впадинам (рис.14,22), а зоны спокойного магнитного поля – к поднятиям в осадочном чехле. Все это может говорить о том, что внедрение магматических тел основного состава наиболее интенсивно происходило на участках формирующихся впадин и прогибов. Сопоставления глубин до магнитовозмущающих масс с глубинами залегания нижних отражающих горизонтов осадочного чехла (VI и VII) показали, что часть интрузий, прорвав фундамент, внедрилась в осадочную толщу в виде даек и силлов (Запорожцева, 1972,1977). По всей вероятности, зоны глубинных разломов, постоянно возобновлявшие свою активизацию, и являлись каналами, по которым периодически происходило внедрение в фундамент и осадочный чехол магматических масс.

## Глава 1У. ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

В Тимано-Печорской провинции нефтегазопроявления различной интенсивности имеют широкий стратиграфический диапазон от юры до рифея и приурочены как к терригенным, так и карбонатным породам. Наибольшее число известных на сегодня залежей содержится в девонских терригенных отложениях, среди которых выделяются коллекторы среднего девона. Месторождения и отдельные залежи нефти и газа открыты в Денисовской структурной зоне (на Шапкино-Юрьяхинском и Лайском валах), на Колвинском мегавале и в пределах Хорейверской впадины (Кремс и др., 1974; Вассерман, Забродоцкий и др., 1976; Забродоцкий и др., 1976). Особое значение в последнее время приобрели карбонатные коллекторы среднего карбона-ранней перми. Примером этому могут служить Вуктыльское газоконденсатное и Усинское нефтяное месторождения. В Большеземельской тундре лучше всего освещены бурением Шапкино-Юрьяхинский, Колвинский и Лайский валы. На ряде локальных структур здесь уже открыты залежи нефти, сухого и конденсатного газа в отложениях девонско-триасового возраста. Восточная часть Большеземельской тундры значительно хуже освещена бурением. На ряде площадей вала Сорокина проведено структурно-поисковое и глубокое бурение. На южных структурах вала нефтегазопроявлений не встречено. В центральной части вала, на Осовойской и Ярейягинской структурах, были установлены интенсивные нефтегазопроявления, в самой северной Варандейской структуре была получена нефть из пород предположительно раннепермско-каменноугольного возраста. Сейчас имеются сведения о наличии нефти и газа в северо-восточной части Варандей-Адзвинской структурной зоны, в Коротаихинском и Косью-Роговском прогибах. Интенсивные нефтепроявления были зафиксированы при бурении скв. ВК-1, расположенной на востоке пермского палеосвода Зенченко. Нефть была обнаружена в пермских отложениях Воркутинского района при проходке ствола шахты 18. При испытании скв. ВК-21, Падимей, расположенных на Падимейской структуре, также были получены вязкая нефть из карбонатных отложений каменноугольного возраста, а также промышленный приток газа из известняков и доломитов силура (?).

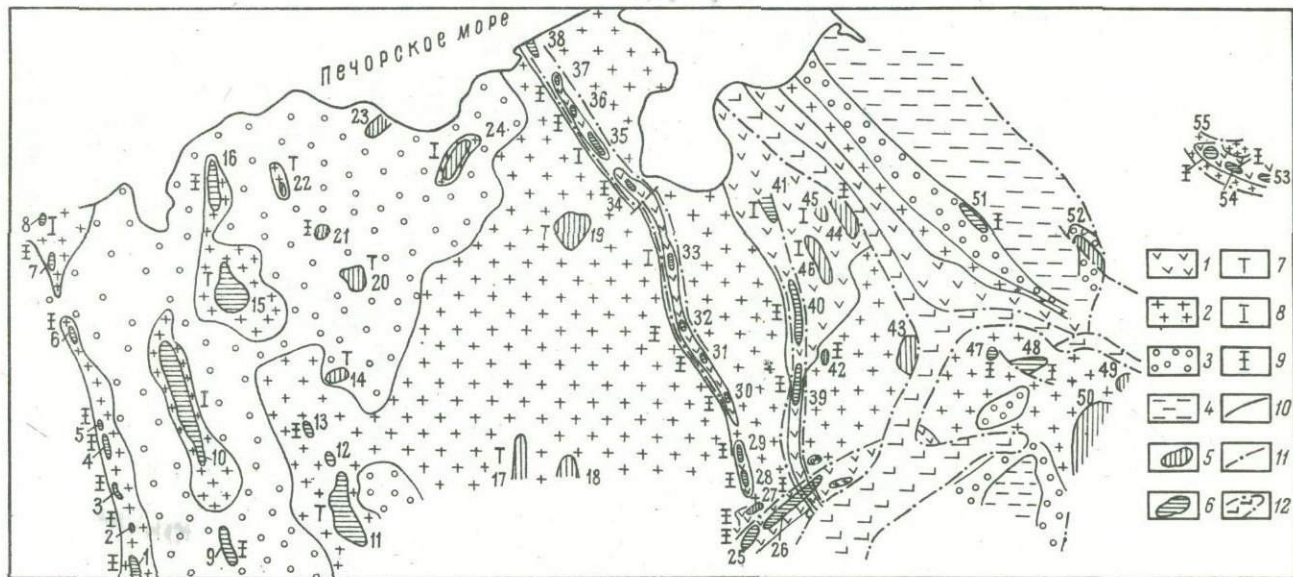
Все вышеприведенные данные свидетельствуют о высокой перспективности Большеземельской тундры на поиски месторождений нефти и газа. Наша работа по изучению глубинного строения Большеземельской тундры геофизическими методами позволяет уточнить перспективную оценку территории на нефть и газ. При этом необходимо отметить, что возможная нефтегазоносность того или иного района рассматривается нами только с точки зрения структурных факторов.

Проведенное районирование территории Большеземельской тундры (рис.23) по перспективности в отношении поисков нефти и газа основано на анализе тектонических условий по методике, предложенной В.Д. Наливкиным (Амосов и др., 1974). Выделены три категории площадей, определяющими (региональными) факторами для которых являются мощности палеозойских отложений. Их изменения по площади применительно к нашим материалам ближе всего характеризуются глубинами до кровли раннефранских отложений (отражающий горизонт У). В соответствии с этим на рис. 23 выделены различные участки с глубинами залегания раннефранских пород: 1-3, 3-4, 4-5 и более 5 км. Показателем зональных тектонических условий является степень контроля ловушки, а локальных - интенсивность структуры. В результате нами выделены площади, которые характеризуются благоприятными, удовлетворительными и плохими условиями нефтегазонакопления.

Анализ приведенных материалов (рис.23, табл.5) показывает, что геологическое строение Большеземельской тундры в целом благоприятно для нефте- и газонакопления. Хорошими условиями для аккумуляции углеводородов обладают Денисовская структурная зона и Колвинский мегавал. Варандей-Адзвинская структурная зона обладает удовлетворительными условиями, а Кортаихинский и Косью-Роговской прогибы имеют удовлетворительные и плохие условия для накопления нефти, но зато удовлетворительные и хорошие условия для накопления газа. Хорошие условия для накопления газа имеет Воркутинская ступень. Менее перспективными районами следует считать Хорейверскую впадину и Большеземельский выступ (ступень), где выявлены плохие условия для газонакопления и удовлетворительные для накопления нефти. Малоперспективна Верхне-Адзвинская депрессия в целом, хотя ее отдельные локальные структуры (например, поднятия Няртейягинское и Сарембойское) обладают хорошими и удовлетворительными условиями для нефтенакопления и удовлетворительными условиями для газа.

Поскольку на территории Большеземельской тундры отмечаются резкие изменения мощностей и структурных планов отдельных литолого-формационных комплексов, а также плановые смещения структур с глубиной, наличие погребенных и навешенных структур и др., перспективность ее разных районов на нефть и газ следует рассматривать для каждого комплекса отдельно.

Известно, что основные месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции связаны с отложениями среднего девона. Зоны развития этих отложений выявлены в пределах Шапкиноско-Юрьянинского вала, Колвинского мегавала, на Лаявожской структуре, а



также в зоне передового прогиба. Полное отсутствие среднедевонских осадков установлено в районах палеоподнятий (Лайское, Большеземельское и Адзвинское). Наиболее перспективны, по нашему мнению, площади с максимальными или значительными мощностями среднедевонских осадков, где возможен более полный разрез продуктивной толщи. Зоны выклинивания среднедевонских отложений также представляют значительный интерес. Здесь возможны стратиграфические залежи углеводородов. Примером этому может служить Воейское нефтяное месторождение. Перспективными являются все локальные структуры Шапкинско-Юрьянского вала, Лаявожская структура, структуры Харьгинской антиклинальной зоны, Ярейюская структура Колвинского мегавала. Из перечисленных площадей особое внимание привлекает зона максимальной мощности осадков среднего девона в северной части пермского палеосвода Зенченко и особенно в структурах, осложняющих этот свод. К перспективным следует также отнести структуры Падимейского поднятия (Западно-Падимейскую, Падимейскую и Сэрататскую), а также, по всей вероятности, площадь Верхне-Роговского поднятия. В Коротайхинском прогибе перспективны, по-видимому, все выявленные поднятия и осложняющие их локальные структуры. Повышенный интерес

Рис.23. Районирование Большеземельской тундры по тектоническим условиям нефтегазоносности.

Глубины залегания кровли раннефранских отложений (в км): 1 - 1-3, 2 - 3-4, 3 - 4-5, 4 - более 5. Степень контроля локальных структур: 5 - одинарный, 6 - двойной. Типы локальных структур по интенсивности: 7 - мало-, 8 - средне-, 9 - сильноинтенсивные; 10 - границы выделяемых зон; 11 - дизъюнктивные нарушения; 12 - выходы палеозойских пород на дневную поверхность. Локальные структуры: 1 - Пашшорская, 2 - Средне-Серчейюская, 3 - Южно-Шапкинская, 4 - Шапкинская, 5 - Северо-Шапкинская, 6 - Ванейвисская, 7 - Василковская, 8 - Кумжинская, 9 - Командиршорская, 10 - Лаявожская, 11 - Харьгинская, 12 - Лек-Харьгинская, 13 - Северо-Харьгинская, 14 - Инзырейская, 15 - Ярейюская, 16 - Хыльчююская, 17 - Хорейверская, 18 - Колва-Висовская, 19 - Восточно-Хорейверская, 20 - Нярхальтская, 21 - Северо-Нярхальтская, 22 - Вангурейская, 23 - Бачуркинский антиклинальный перегиб, 24 - Северная, 25 - Неруюская, 26 - Адзвинская, 27 - Подверьююская, 28 - Хосолтинская, 29 - Нерчейюская, 30 - Осовейская, 31 - Сямаююская, 32 - Ярейягинская, 33 - Седьягинская, 34 - Лабоганская, 35 - Наульская, 36 - Южно-Торавейская, 37 - Северо-Торавейская, 38 - Варандейская, 39 - Хасырейская, 40 - Нядейюская, 41 - Лекейягинская, 42 - Устьпяююская, 43 - Степковожская, 44 - Талютинская, 45 - Северо-Сарембойская, 46 - Сарембойская, 47 - Западно-Падимейская, 48 - Падимейская, 49 - Сэрататская, 50 - Ярвожская, 51 - Лабогейская, 52 - Верхне-Воркутская, 53 - Уютная, 54 - Сабриягинская, 55 - Западно-Сабриягинская.

Таблица 5

Тектонические условия нефтегазоаккумуляции для районов Большеземельской

Структуры	Глубина залегания кровли ранне-франских отложений, км	Степень контроля ловушки	Интенсивность локальных структур	Условия	
				*	
				региональные	зональные
Крупные (I порядок)					
Денисовская структурная зона	3-5	2	3	Хор.	Уд.
Колвинский мегавал	3-4	2	2-3	"	"
Херейверская впадина	4-5	1	1	Уд.	Пл.
Варадей-Адзвинская структурная зона	1-4	2-1	2-3	"	Уд.
Коротайхинский прогиб:					
юго-запад	4-5	2-1	3	"	"
северо-восток	>5	-	-	Пл.	-
Косью-Роговской прогиб:					
север	4-5	-	-	Уд.	-
юг	>5	-	-	Пл.	-
Средние (II порядок)					
Валы:					
Шапкинско-Юрьяхинский	3-4	2	3	Хор.	Уд.
Лайский	3-4	2	2-3	"	"
Гамбурцева и Сорокина	1-3	2	3	Уд.	"
Харьягинская структурная зона	3-4	2	2-3	Хор.	"
Большеземельская ступень	3-4	1	1	"	Пл.
Ярвожское куполовидное поднятие	1-3	-	-	Уд.	-
Воркутинская структурная зона	3-5	1-2	3	Хор.	Уд.
Депрессии:					
Тибейвская	4-5	-	-	Уд.	-
Верхне-Лайская	4-5	-	-	"	-
Мореюская	3-4	-	-	Хор.	-
Верхне-Адзвинская	1-4	1	2	Уд.	Пл.
Припайхойская	>5	-	-	Пл.	-
Мелкие (III порядок)					
Поднятия:					
Центрально-Коротайхинское	4-5	2	3	Уд.	Уд.
Верхне-Воркутское	4-5	-	-	"	-
Сарембойское	1-3	2	2	"	Уд.
Няръягинское	1-4	2	2-3	Хор.	"
Падимейское	3-4	2	3	"	"
Силовоухинское	1-3	2	3	Уд.	"

тундры

благоприятные для накопления

локальные	нефти			газа						
	категория площадей	региональные	зональные	локальные	категория площадей					
					хорошо	удовлетворительно	плохо			
Уд.	+	-	-	Уд.	Хор.	Хор.	-	+	-	
"	+	-	-	"	Уд.	"	-	+	-	
Хор.	-	-	+	Хор.	Пл.	Уд.	-	-	+	
Уд.	-	+	-	Уд.	Хор.	Хор.	-	+	-	
"	-	+	-	Хор.	Уд.	"	-	+	-	
-	-	-	+	"	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	"	Уд.	-	-	+	-	
-	-	-	+	"	-	-	-	-	-	
рядка)										
Уд.	+	-	-	Уд.	Хор.	Хор.	-	+	-	
"	+	-	-	"	"	"	-	+	-	
"	-	+	-	"	"	"	-	+	-	
"	+	-	-	"	"	"	-	+	-	
Хор.	-	+	-	"	Пл.	Уд.	-	-	+	
-	-	-	-	"	-	-	-	-	-	
Уд.	+	-	-	Хор.	Хор.	Хор.	+	-	-	
-	-	-	-	"	-	-	+	-	-	
-	-	-	-	"	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	Уд.	-	-	-	-	-	
Хор.	-	-	+	"	Пл.	Уд.	-	-	+	
-	-	-	-	Хор.	-	-	-	-	-	
рядка)										
Уд.	-	+	-	Хор.	Уд.	Хор.	-	+	-	
-	-	-	-	"	-	-	-	-	-	
Хор.	-	+	-	Уд.	Хор.	Уд.	-	+	-	
Уд.	+	-	-	"	"	Хор.	-	+	-	
"	+	-	-	"	"	"	-	+	-	
"	-	+	-	"	Уд.	"	-	+	-	

представляют структуры Припайхойской зоны, так как и в этом направлении нарастают мощности среднедевонских отложений (Западно-Сабригянская, Сабригянская, Лестаншорская и Халейская). Весьма перспективными являются и структуры, расположенные в зонах сокращенной мощности среднедевонских осадков, приуроченных к крыльям палеосводов. В них также могут быть обнаружены стратиграфические залежи нефти и газа.

По горизонтам среднего структурного комплекса (поздний девон-ранняя пермь) на нефть и газ перспективно большинство выявленных положительных локальных структур. Почти все они имеют вторую и третью группы по интенсивности и характеризуются, как правило, двойным контролем. Особое внимание следует, по-видимому, обратить на район пермского свода Зенченко, где в современном структурном плане отмечается наиболее приподнятое залегание верхних горизонтов осадочного чехла. Его центральная часть может являться аккумулятором нефти и газа, а на склонах могут быть обнаружены стратиграфические ловушки, особенно в зонах выклинивания пермских отложений.

Перспективными являются отложения раннего карбона (подангидритовая толща), представленные кавернозными доломитами серпуховского надгоризонта. В этих отложениях на Усинской и Южно-Шапкинской структурах установлены нефтяные залежи. Нефтегазонакоплению здесь способствуют хорошие коллекторские свойства известняков и надежные ангидритовые покрышки. Отражающий горизонт 1У, стабильно приуроченный к кровле ангидритовой толщи, повсеместно прослеживается в западных и центральных районах Большеземельской тундры, что намного повышает перспективность нижележащих отложений.

Следует обратить внимание и на погребенные структуры, выявленные по кровле нижнефранских отложений: Инзырейскую, Северо-Нярхалытскую, Бачуркинский антиклинальный перегиб, Северную (рис. 23). В настоящее время доказана нефтегазоносность отложений силура. Перспективными здесь являются области устойчивых поднятий, не расформированных последующими тектоническими движениями: Командиршорская, Северо-Лаявожская, Варадейская, Северо-Торавейская, Адзьвинская, Степковожская, Талотинская, Лабогейская и Ярвожская структуры. Эти поднятия существовали практически всю историю формирования осадочного чехла и могли являться центрами длительной аккумуляции нефти и газа. Представляют интерес и погребенные структуры по кровле отложений нижнего силура-ордовика: Большеземельский свод, Южно-, Средне-, Северо-Харьягинская, Ярейюская и Южно-Сарембойская структуры.

Таким образом, наличие тектонически активных районов, благоприятных сочетаний региональных, зональных и локальных условий нефте- и газонакопления, наличие структурных форм по всем горизонтам осадочного чехла и широкое развитие мощных среднедевонских отложений, в том числе и продуктивных, позволяют нам весьма оптимистически оценивать перспективность Большеземельской тундры в отношении поисков месторождений нефти и газа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрено глубинное строение Большеземельской тундры на основе комплексной интерпретации региональных и детальных геолого-геофизических материалов. Для этого проведен анализ физических параметров горных пород, установлены аномалообразующие факторы потенциальных полей, построены карты рельефа поверхностей основных регионально выдержанных отражающих горизонтов и уточнена стратиграфическая привязка этих горизонтов. По принципиально новой методике рассчитаны глубины до кровли фундамента и составлена схематическая карта рельефа его поверхности. Намечены сетки разломов, активизировавшихся в различные отрезки геологической истории. Составлены карты изопахит для различных литолого-стратиграфических комплексов. Все эти материалы позволили охарактеризовать современный структурный план и палеотектонический анализ развития территории. В результате дана положительная оценка Большеземельской тундры в отношении перспектив нефтегазоносности.

Дальнейшее изучение глубинного строения Большеземельской тундры, по нашему мнению, должно предусматривать следующее.

1. Планомерное исследование структуры осадочного покрова и рельефа поверхности фундамента методами сейсморазведки (МОВ, ОГТ и КМПВ) применительно к разнообразным сейсмогеологическим условиям для оконтуривания локальных поднятий как объектов нефтегазо-поисковых работ. Особое внимание надо обратить на выявление: а) погребенных структур в отложениях раннего силура-ордовика на площадях Колвинского мегавала и Хорейверской впадины; б) положительных структур в девонских и каменноугольных отложениях Варандей-Адзвинской структурной зоны и Коротайхинского прогиба, особенно поднадвиговых структур на площадях Вашуткинско-Талотинского и Центрально-Коротайхинского приразломных поднятий, поднятия Чернышева и в северной части вала Гамбурцева; в) положительных структур в пермско-триасовом комплексе Коротайхинского прогиба и ловушек неструктурного типа на крыльях пермских сводов (например, свода Zenchenko); г) ловушек неструктурного типа в зонах выклинивания среднедевонских отложе-

ний, приуроченных к крыльям палеоподнятий (Лайского, Большеземельского и Адзвинского).

2. Проведение работ методом глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) по нескольким профилям для изучения глубоких горизонтов земной коры с целью объяснения природы региональных гравитационных аномалий. Один из таких профилей, по нашему мнению, должен проходить по маршруту Северный Тиман-г. Нарьян-Мар-г. Воркута-пос. Хальмерью-Пай-Хой-пос. Усть-Кара.

3. Построение карты рельефа поверхности фундамента по предлагаемой нами методике на основе устойчивых корреляционных связей между изомощностями отложений, залегающих в нижней части осадочного чехла, и глубинами до фундамента, установленными по материалам бурения, КМПВ и МОВ.

4. Построение геологической карты фундамента на основе анализа потенциальных полей, совершенствование методических приемов для выделения систем разломов разного возраста заложения, анализ соотношений между внутренней структурой фундамента и структурами осадочного чехла.

5. Построение прогнозных карт нефтегазоносности Большеземельской тундры для каждого из структурных комплексов в отдельности и постановка поисково-разведочных буровых работ на наиболее перспективных площадях.

## ЛИТЕРАТУРА

Амосов Г.А., Белонин М.Д. и др. Критерии раздельной оценки нефтегазоносности и газоносности (на примере Тимано-Печорской провинции). - Тр. ВНИГРИ, 1974, вып. 334, Л., с.11-23.

Андреев Б.А., Клущин И.Г. Геологическое истолкование гравитационных аномалий. Л., 1965, 195 с.

Арабаджи М.С., Чарыгин М.М., Васильев Ю.М., Мильничук В.С. Опыт применения математической статистики при изучении структуры осадочного чехла. - Геология нефти и газа, № 9, 1968, с. 37-41.

Афанасьев Б.Л. О волновом характере молодых широтных элементов рельефа Печорского угольного бассейна и прилегающей территории Северного Предуралья. - Тр. геол. совещ., посвящ. 25-летию геол. изуч. Печорского угольного бассейна, Сыктывкар, 1958, с.71-85.

Афанасьев Б.Л., Яцук В.И. Основные этапы геологического развития Печорского угольного бассейна и его современная структура. - Матер. по геол. и полезным ископ. Северо-Востока европ. части СССР, 1965, вып. 4, с. 5-30.

Беляков Л.Н., Степанов Ю.В., Тарбаев Б.И. Основные черты тектоники и истории развития Большесынской, Косью-Роговской, Коротаяхнской впадины в свете новых данных. - В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока европейской части СССР, № 8. Сыктывкар, 1976, с. 57-65.

Богацкий В.И., Данилевский С.А. Тектоническое развитие северной части Предуральяского прогиба и распределение зон нефтегазоносности. - В кн.: Нефтегазоносность Северо-Востока европейской части СССР и севера Урала. Сыктывкар, 1977, с.3-8. (Тр. VIII геологической конференции Коми АССР, т.3).

Брюсов Б.А. Интерпретационные возможности метода статистической корреляции гравиметрических и сейсмических данных. - Геофизические исследования, № 1, 1964, с. 136-153.

Вассерман Б.Я., Журавлев В.С., Кушнарева Т.Н., Матвиевская Н.Д., Миклухо-Маклай А.Д., Филипова Л.И. Новые сведения о составе и возрасте фундамента Большеземельской тундры. - Докл. АН СССР, 1974, т.215, № 4, с. 929-931.

Вассерман Б.Я., Богацкий В.И., Бушуев А.С., Данилевский С.А., Матвиевская Н.Д., Шафран Е.Б. Новые данные о тектонике Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. - В кн.: Сырьевые ресурсы и перспективы промышленного развития европейского северо-востока и севера Урала. Сыктывкар, 1976, с.78-83. (Тр. VIII геологической конференции, т. 1).

Вассерман Б.Я., Забродоцкий Н.Т., Чурилов Л.Д., Шеремета О.О., Лещенко В.Е. Европейский Север СССР – новая крупная база добычи нефти и газа. – Геология нефти и газа, № 6, 1976, с. 18–24.

Гафаров Р.А. Вопросы тектоники фундамента севера Восточно-Европейской платформы. – Геотектоника, № 4, 1966, с. 81–90.

Гафаров Р.А. Сравнительная тектоника фундамента и типы магнитных полей древних платформ. М., 1976 а. 270 с.

Гафаров Р.А. Типы разломов и тектоника фундамента Восточно-Европейской платформы. – Геотектоника, № 6, 1976б, с.15–26.

Геологическое строение СССР. Т.II. Тектоника, Под ред. Т.Н. Спичарского. М., 1968. 516 с.

Дедеев В.А. История развития фундамента Русской плиты. – В кн.: Тектоника Севера Русской плиты. Л., 1969. 168 с. (Тр.ВНИГРИ, вып. 275).

Дедеев В.А. Методика изучения внутренней структуры фундамента платформы. Л., 1972. 157 с.

Дедеев В.А., Запольнов А.К., Крайтц К.О., Лукашов А.Д., Сафронов П.Н. Сравнительная тектоника Мезенской и Печорской синеклиз. Л., 1969. 77 с.

Енокин В.С., Зенченко М.П., Водолазский В.Н., Яцук В.И. Новое о строении Усть-Карской депрессии на Пай-Хое. – В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока европейской части СССР, № 6. Сыктывкар, 1970, с. 238–242.

Журавлев В.С. Сравнительная тектоника Печорской, Прикаспийской и Североморской экзогенальных впадин Европейской платформы. – Тр. ГИН АН СССР, 1972, вып.232, М. 399 с.

Журавлев В.С., Перфильев А.С., Херасков Н.П. Пространственные и временные соотношения между уралоидами и доуралоидами на восточном ограничении Русской платформы. – Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1965, т.40, вып.5, с.106–130.

Забродоцкий Н.Т., Вассерман Б.Я., Абрамов В.П., Беловол И.И. Основные результаты и важнейшие направления геолого-разведочных работ Ухтинского ТГУ на 1975–1980 гг. по развитию минерально-сырьевой базы Европейского Севера. – В кн.: Сырьевые ресурсы и перспективы промышленного развития европейского северо-востока и севера Урала. Сыктывкар, 1976, с. 9–27. (Тр. VIII геологической конференции Коми АССР, т. 1).

Залипухин М.И. Новые данные по геотектоническому районированию Тимано-Печорской депрессии (по аэромагнитным данным). – В кн.: Аэромагнитная съемка в геологии. М., 1963, с. 69–75.

Запорожцев А.И.В. Геологическое строение зоны сочленения северо-восточной части Русской платформы и Предуральского краевого прогиба по данным региональных сейсморазведочных работ. – Разведочная геофизика, вып. 37, 1970, с. 52–59.

Запорожцев А.И.В. Физические свойства осадочных горных пород зоны сочленения северо-востока Русской платформы и северной части Предуральского прогиба. – В кн.: Разведочная геофизика, вып. 56, 1973, с. 103–115.

Запорожцев А.И.В. Геологическое истолкование магнитных аномалий территории Большеземельской тундры. – В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока европейской части СССР, № 8, Сыктывкар, 1976, с. 155–160.

Запорожцев А.И.В., Курильчик В.А., Бирон Р.И.,

Прохоров С.А. Новые данные о тектоническом строении северной части Денисовской впадины и Колвинского вала и перспективы их нефтегазоносности. - В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока европейской части СССР, № 8. Сыктывкар, 1976, с. 73-80.

Запорожцев И.В., Курильчик В.А. К вопросу о возрасте складчатого фундамента Печорского угольного бассейна. - В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока европейской части СССР, № 8. Сыктывкар, 1976, с.161-162.

Карпинский А.П. Очерки геологического прошлого Европейской России. Статьи 1883-1894 гг. Пг., 1919. 148 с.

Калинина О.А., Фотиади Э.Э. Крупные черты тектонической структуры Северо-Востока европейской части СССР по геологическим и геофизическим данным. - В кн.: Геология и нефтегазоносность Тимано-Печорской области. Л., 1959, с. 383-409. (Тр. ВНИГРИ, вып. 133).

Кремс А.Я., Вассерман Б.Я., Матвиевская Н.Д. Условия формирования и закономерности размещения залежей нефти и газа. М., 1974. 336 с.

Курскоев А.К., Уразаев Б.М. Корреляционная связь между физическими свойствами горных пород. - Изв. АН: Казахской ССР. Сер. геол., 1966, № 4, с. 54-60.

Полетаев Б.Д., Розенберг В.Н., Яцук В.И. Структурная карта Печорского угольного бассейна, построенная по геофизическим данным. - Разведка и охрана недр, № 1, 1969, с. 24-28.

Пучков В.Н. Структурные связи Приполярного Урала и Русской платформы. Л., 1975. 204 с.

Решение совещания по классификации платформенных структур (март 1963 г.). Л., 1963. 16 с.

Структура фундамента платформенных областей СССР. Объяснительная записка к тектонической карте фундамента территории СССР масштаба 1:5 000 000. Под ред. Д.В. Наливкина. Л., 1974. 392 с.

Тарбаев Б.И., Запорожцев И.В. Тектоническое развитие северной части Денисовского прогиба. - Нефтегазовая геология и геофизика, вып. II. 1972, с. 6-11.

Тимонин Н.И. Тектоническое развитие восточной части Большеземельской тундры в связи с перспективами ее нефтегазоносности. - В кн.: Геология и нефтегазоносность Тимано-Печорской провинции. Сыктывкар, 1975а, с.99-104.

Тимонин Н.И. Тектоника гряды Чернышева. Л., 1975б. 130 с.

Топорская Л.П. Колвинский вал - новая зона нефтегазоаккумуляции на севере Тимано-Печорской провинции. - Геология нефти и газа, № 12, 1970, с. 5-7.

Топорская Л.П. Опыт выделения кратных отраженных волн. - Разведочная геофизика, вып. 43, 1971, с. 27-33.

Удот Г.Д. К вопросу о тектоническом районировании и классификации структур Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. - В кн.: Особенности геологического строения Северо-Востока европейской части СССР и севера Урала. Сыктывкар, 1976, с.124-128. (Тр. VIII геологической конференции Коми СССР, т. 2).

Фотиади Э.Э. Геологическое строение Русской платформы по данным региональных геофизических исследований и опорного бурения. Тр. ВНИГеофизика, вып. 1, 1958, Л. 244 с.

Цзю З.И. Основные черты тектонического развития Тимано-Печорской провинции. - В кн.: Геология нефти и газа Северо-Востока европейской части СССР. Вып.1. Л., 1964, с. 3-25.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
Глава I. Физические свойства горных пород .....	5
Глава II. Комплексная интерпретация геофизических данных .....	13
Сейсмогеологические особенности среды .....	13
Характеристика гравитационных аномалий .....	20
Характеристика магнитных аномалий .....	35
Глава III. Геологическое строение Большеземельской тундры .....	39
Современный структурный план .....	39
Палеотектонический анализ развития территории .....	54
Некоторые черты разломной тектоники и магматизма ...	63
Глава IV. Перспективы нефтегазоносности Большеземельской тундры .....	68
Заключение .....	75
Литература .....	77

95 к.

3498