

К ВОПРОСУ О ГЛУБИННОМ СТРОЕНИИ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ СЕВЕРО-СИХОТЭ-АЛИНСКОЙ И СЕВЕРО-САХАЛИНСКОЙ СКЛАДЧАТЫХ СТРУКТУР

Е.Г. Иволга, Н.П. Романовский, В.Г. Гурович, Ю.Ф. Манилов

ФГБУН Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000; e-mail: ivolga@itig.as.khb.ru

Поступила в редакцию 21 января 2013 г.

Для области сочленения Северо-Сихотэ-Алинской и Северо-Сахалинской складчатых структур выполнена интерпретация гравитационного поля с помощью пакета «КОСКАД-3D» и созданы петроплотностная и петромагнитная карты, что позволило получить новую информацию о петрофизических особенностях и глубинном строении указанной территории. В результате комплексной интерпретации геофизических и петрофизических данных построена схема дизъюнктивной тектоники региона и выделена кольцевая структура, которая имеет своеобразное плотностное заполнение, обусловленное влиянием мантийной глубинной структуры, и может рассматриваться как очаговая магматическая структура с центром в Северо-Сахалинском заливе.

Ключевые слова: гравитационное поле, петроплотностные неоднородности, дизъюнктивные нарушения, деструкция литосферы, очаговая структура, Сихотэ-Алинь, Сахалин.

ВВЕДЕНИЕ

Особенности глубинного строения области сочленения Северо-Сихотэ-Алинской (Нижнеамурской) и Северо-Сахалинской складчатых структур зоны перехода континент – океан не только вызвали многолетний интерес геологов и геофизиков, но и нередко приводили последних к разноплановым построениям.

Рассматриваемая территория, наряду с названными структурами, охватывает частично Амуро-Охотскую позднепалеозойско-раннемезозойскую аккреционно-коллизивную область и наложенные Хингано-Охотский альб-сеноманский и Восточно-Сихотэ-Алинский позднемеловой–палеогеновый окраинно-континентальные вулканогенно-плутонические пояса [12, 17, 20] (рис. 1А, 2). В силу своего тектонического положения – это область интенсивных мезозойско-кайнозойских магматических процессов и активной геодинамики, проявляющихся вплоть до настоящего времени. Верхняя, приповерхностная часть земной коры как на континенте, так и в островной области достаточно хорошо изучена, о глубоких горизонтах можно судить только на основе интерпретации геолого-геофизических материалов,

что являлось неоднократной причиной противоречивости их геологической интерпретации.

При сопоставлении гравиметрической и петроплотностной карт в пределах территории Нижнего Амура была установлена “инверсия плотности второго типа” [6].

Соотношение $\max \Delta G - \min \sigma$ объяснялось относительно пониженной плотностью позднемезозойско-кайнозойского осадочно-вулканогенного чехла при высокоплотных породах докембрийско-палеозойского фундамента в пределах выделяемого Ю.А. Косыгиным и его соавторами по аномалиям ΔG и ΔT так называемого Тахтинского массива [5]. Соглашаясь с характеристиками [5, 6] и материалами С.А. Салуна [11], В.А. Шевкаленко ограничил Тахтинский массив овалом 170×150 км в континентальной области с выходом части его площади на акваторию Татарского пролива и на самую северо-западную часть о-ва Сахалин [19].

Профильными работами МТЗ показано, что Нижнеамурская структура характеризуется резко дифференцированным по электрическому сопротивлению (10–1000 Ом·м) разрезом. В его пределах выделен высокоомный (200–1000 Ом·м) блок, охватывающий отдельные горизонты земной коры и мантии

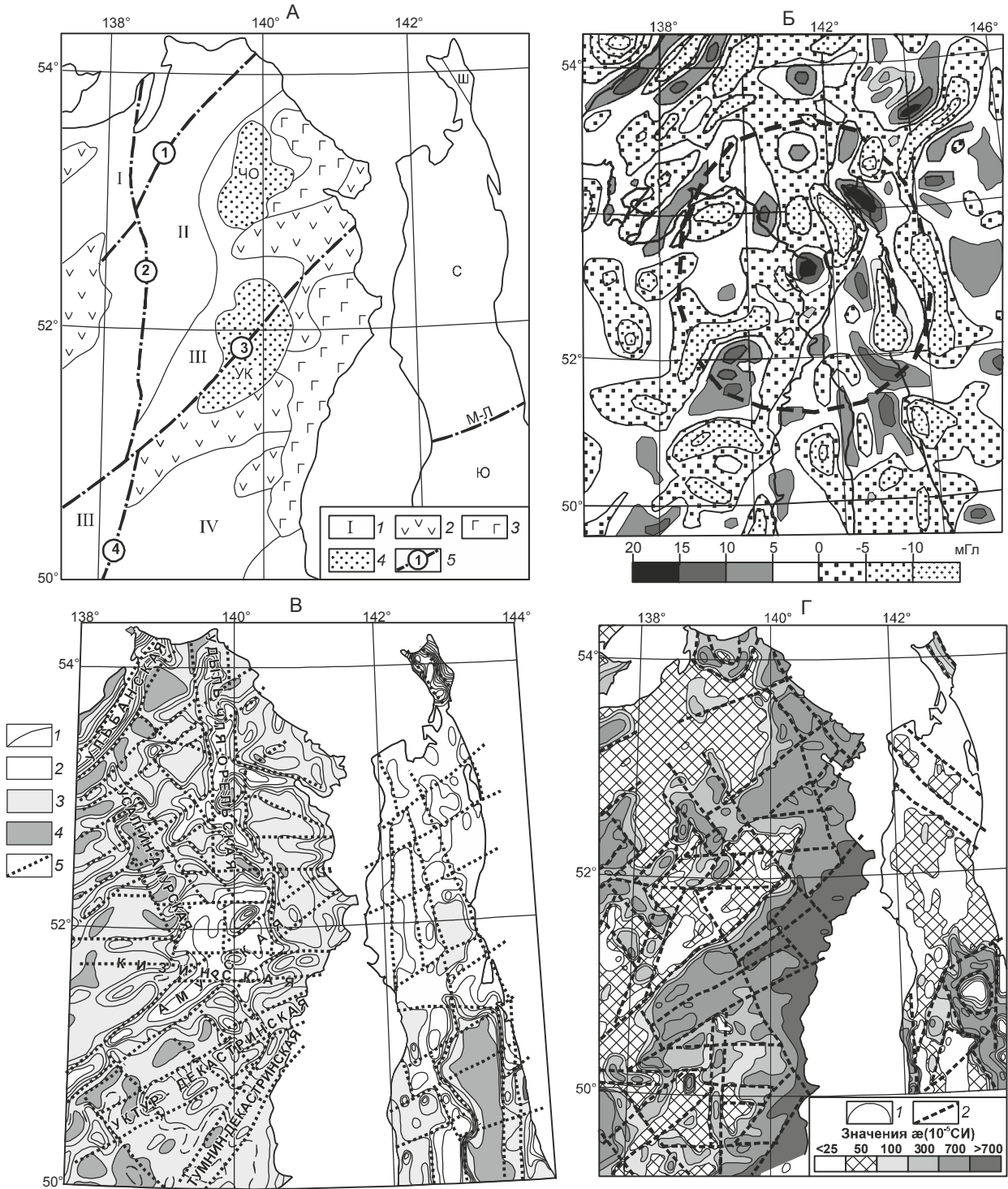


Рис. 1. Геолого-геофизическая характеристика области сочленения Северо-Сихотэ-Алинской и Северо-Сахалинской складчатых структур.

А – тектоническая схема, по [1] с упрощениями: 1 – структурно-фациальные зоны: I – Ульбанская (P₂-J₃), II – Горинская (C₁-J₃), III – Приамурская (J-K₂), IV – Тумнинская (K₁), Ш – Шмидтовская (MZ-N₁), С – Северо-Сахалинская (N₁-N₂), Ю – Южно-Сахалинская (K₂-N₁); 2 – вулcano-тектонические структуры K₂-P₂; 3 – покровы платобазальтов N₂-Q₁; 4 – рифтогенные континентальные впадины (Q₁-Q_{IV}): Чля-Орельская (ЧО), Удиль-Кизинская (УК); 5 – разломы: 1 – Дигдаланский, 2 – Лимурчанский, 3 – Киселевский, 4 – Центрально-Сихотэ-Алинский, М-Л – Мгачи-Луньский. Б – схема локальных гравитационных аномалий (первый уровень локальных аномалий программы “разложение полей”). Штрих-пунктиром показано положение выделенной кольцевой структуры. В – петроплотностная карта. 1 – изолинии плотности в г/см³: 2 – менее 2.20; 3 – 2.20 – 2.60; 4 – более 2.60; 5 – разломы в верхней части земной коры (названы основные системы разломов). Г – петромагнитная карта. 1 – изолинии магнитной восприимчивости (10⁻⁵СИ), 2 – разломы верхней части земной коры.

до глубины 400 км с падением на север под Северо-Сахалинский залив Охотского моря [4]. С учетом результатов плотностного моделирования здесь предполагалось наличие структуры плюмового типа. Возможно с нею связано формирование отдельных участков магматических структур и в акваториальной части на севере Татарского пролива [7].

При изучении глубинного строения рассматриваемой территории важное значение имели результаты исследований широко развитых здесь систем разломов. Как правило [2, 6, 7, 13–15], подчеркивалась северо-восточная ориентировка разломов в континентальной части (система Тан-Лу и др.) и субмеридиональная – на о. Сахалин.

По мнению Л.П. Зоненшайна, восточная граница Амурской литосферной плиты совпадает с Сахалинским сейсмическим поясом, В.С. Имаева связывает эту границу с Итунь-Иланской ветвью разломов Тан-Лу, Ю.Ф. Малышев с соавторами [7] пришли к выводу о том, что восточная граница Амурской литосферной плиты имеет сложно-ступенчатый характер. Проходя на юге по системе разломов Тан-Лу, в северной части она продолжается на о. Сахалин, отсекая самую северную его часть, которую следует включать в состав Амурской плиты. Кроме главенствующей системы субмеридиональных разломов на о. Сахалин рядом авторов выделялись разломные структуры северо-восточного, северо-западного и субширотного простирания, с которыми нередко связаны внедрения высокомагнитных магматических пород основного состава.

Таким образом, результаты перечисленных исследований показывают не ослабевающий вплоть до настоящего времени и разносторонний интерес к уникальной Нижнеамурской структуре и области ее сочленения с Северным Сахалином.

Нами выполнены работы по интерпретации гравитационного поля с применением технологии “КОСКАД-3D”, а также среднемасштабные петрофизические исследования с построением петрофизических карт, благодаря которым представилась возможность дополнить существующие представления о тектоническом строении указанной территории.

Цель настоящих исследований – изучение глубинного строения области сочленения Северо-Сихотэ-Алинской (Нижнеамурской) и Северо-Сахалинской структур на основе совместного анализа результатов геофизических и петрофизических исследований.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа использованы: карты гравитационного и магнитного поля масштаба 1:2 500 000, со-

зданные на основе съемок 1:1 000 000 – 1:200 000; данные профильных исследований МТЗ по Нижнему Амуру и Татарскому проливу; МОВЗ по Татарскому проливу [18]. Дополнительно была выполнена обработка информации по гравитационному полю пакетом “КОСКАД-3D”, который позволяет на основе использования математического аппарата вероятностно-статистического подхода выполнять достаточно широкий комплекс манипуляций по вычленению полезной информации из наблюдаемого гравитационного поля [8], а в классическом понимании больше отражает понятие “качественного” анализа поля.

В наших исследованиях были задействованы следующие алгоритмы: разложение поля на региональную и локальные составляющие, оценка полного градиента гравитационного поля, оценка глубин главных гравитирующих поверхностей, по Б.А. Андрееву, статистическое зондирование, оценка параметров аномалиеобразующих объектов, по И.И. Приезжеву и Б.А. Андрееву, решение обратных задач, по И.И. Приезжеву.

Разложение поля на составляющие выполнено на основе двумерной адаптивной энергетической фильтрации, алгоритм которой позволяет при изменении спектрально-корреляционных характеристик поля автоматически изменять параметры фильтра (ширину, высоту, наклон окна фильтрации и весовые коэффициенты фильтра). В результате такого разложения выделено четыре уровня поля: первый, наиболее энергоемкий уровень соответствует региональной составляющей, последний уровень – локальному уровню, соизмеримому с уровнем помех [8]. Приведенное на рис. 1Б гравитационное поле отражает уровень локальных аномалий второго порядка. Расчет распределения масс источников на глубине выполнен двумя способами – по И.И. Приезжеву, который базируется на аналитическом продолжении поля в нижнее полупространство, и по Б.А. Андрееву, базирующемуся на интегрированном использовании статистических, спектрально-корреляционных методов, и алгоритма адаптивной фильтрации. В результате получено 3 уровня распределения масс: на малых глубинах, на больших глубинах и относительное распределение масс по разрезу (рис. 4). В целом алгоритм представляет возможность получения не только “эффективного” распределения масс, но и реальной параметризации разреза путем введения дополнительной плотностной информации, но пока это находится на стадии апробации.

Оценка главных аномальных поверхностей выполняется определение положения верхней кромки главной гравитирующей поверхности на основе ана-

лиза радиуса корреляции в скользящем окне меняющейся формы. С помощью статистического зондирования производилась оценка изменения статистических характеристик поля (медиана, дисперсия, асимметрия, эксцесс) с глубиной, на основе их вычисления в скользящем окне при изменяющемся размере окна.

По результатам расчетов составлены схема разломной тектоники и серия плотностных разрезов, дающих представление о пространственном размещении плотностных неоднородностей в литосфере рассматриваемой территории.

Петрофизическая характеристика региона приводится в основном по результатам определений плотности, а также магнитной восприимчивости горных пород [16] и дополненным современными данными институтов РАН и производственных организаций. Значительный объем исследований (более 96 тыс. определений) потребовал не только разработки методических приемов систематизации, но также построения и интерпретации специализированных петромагнитной и петроплотностной карт.

Для Северо-Сахалинского и Северо-Сихотэ-Алинского районов при определении петрофизических характеристик вначале формировались выборки значений σ и \varkappa для каждой литолого-петрографической разновидности пород. Затем, исходя из их представительности, определялись средние значения параметров для породных комплексов, слагающих конкретные структурные элементы. Построение петроплотностной и петромагнитной карт на формализованной основе выполнено по методике [14] для 1750 элементарных ячеек, соответствующих листу масштаба 1:25 000. Конечным результатом петрофизических исследований явилось получение дополнительных (по отношению к геофизическим) данных о структурных взаимоотношениях геологических комплексов и разломной тектонике верхней части земной коры.

Окончательный вариант схемы разломной тектоники построен на основе сопоставления геофизических и петрофизических данных. Сопоставление схем разломной тектоники по гравиметрическим и петрофизическим данным позволило выявить степень их соответствия. В случае совпадения считалось, что данная структура имеет развитие и на поверхности, и на глубине. Если же она картируется только по петроплотностным характеристикам – это приповерхностная структура, а если только по гравитационному полю – то, наоборот, глубинная.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В пределах северной части Сихотэ-Алинской складчатой системы выделяются Горинская подзона Баджало-Горинской СФЗ, Приамурская подзона За-

падно-Сихотэ-Алинской СФЗ и Тумнинская подзона Восточно-Сихотэ-Алинской СФЗ (рис. 1А). На крайнем северо-западе развиты породы Ульбанской СФЗ Амуро-Охотской складчатой системы [1].

Юрские песчано-сланцевые, кремнисто-глинистые, яшмовидные с редкими прослоями базальтоидов отложения Ульбанской СФЗ отличаются средней плотностью 2.59–2.64 г/см³ и магнитной восприимчивостью 10–24×(1.3·10⁻⁵) ед. СИ (единицы измерения здесь и далее). Юрско-меловые осадочные образования Сихотэ-Алинской складчатой системы, занимающие большую часть рассматриваемой территории, как правило, имеют песчано-алевро-глинисто-сланцевый состав и отличаются несколько меньшими значениями плотности 2.56–2.61 и магнитной восприимчивости менее 10 ед. СИ (рис. 1 В, Г).

В пределах Нижнеамурского и Северо-Сихотэ-Алинского вулканоплутонических ареалов Сихотэ-Алинской складчатой системы [1, 12], представляющих собой мезозойско-кайнозойские активизированные структуры, разрез вулканогенных толщ позднего мела–палеогена характеризуется сложным чередованием лавовых и туфовых пород средне-основного и кислого состава. Средние значения плотности в направлении повышения основной породы изменяются в пределах (2.45–2.54)–(2.60–2.64), а магнитной восприимчивости соответственно (450–200)–(815–850). Выше лежащий маломихайловский палеогеновый комплекс риолит-дацитового состава, характеризуемый еще более низкими значениями $\sigma = 2.31$ и $\varkappa = 240$, подстилает отложения олигоценового колчанского ($\sigma = 2.45$, $\varkappa = 285$) и миоценового кизинского ($\sigma = 2.59$ и $\varkappa = 760$) комплексов. Венчают разрез четвертичные покровы совгаванских базальтоидов с $\sigma = 2.54$, $\varkappa = 805$. Для большинства свит значения физических параметров экстрезивных фаций по отношению к лавовым существенно повышены.

Для Северо-Сихотэ-Алинской части территории с учетом самых низких значений плотности слабо диагенезированных образований, в ряде случаев достигающих 2.10–2.20, по сечению изолиний 2.45 зафиксировано положение континентальных рифтогенных впадин, контролируемых Амур-Ульбанской, Удыль-Чля-Орельской, Кизинской, Усалгинской разломными системами (рис. 1В). По значениям плотности более 2.60 г/см³ выделены локальные участки развития магматических тел среднего-основного состава и кремнисто-вулканогенных образований Амуро-Охотской и отдельных участков Сихотэ-Алинской складчатых систем.

Сахалинская часть площади (рис. 1В) уверенно картируется в аномалиях плотности. Севернее 51° с.ш. значениями менее 2.2 г/см^3 формируется спокойное поле плотности, обусловленное повсеместным развитием малоплотных образований кайнозойского чехла: для плиоцена $\sigma = 1.80\text{--}2.06$, для миоцена – $2.05\text{--}2.30$. Южнее Мгачи-Луньской субширотной зоны градиентов на уровень эрозионного среза выводятся не только палеоценовые отложения чехла ($\sigma = 2.31\text{--}2.46$), но и палеозойско-мезозойские, сложно дислоцированные породы фундамента ($\sigma = 2.40\text{--}2.63$).

Анализ петроплотностной карты (рис. 1В) показывает, что в распределении петрофизических неоднородностей на площади наблюдается следующая тенденция: плотности пород увеличиваются как с востока на запад от Северного Сахалина (около 2.20 г/см^3) вглубь континента (более 2.60 г/см^3), так и с севера на юг. Первая тенденция внутри континента нарушается положением наложенных кайнозойских впадин субмеридионального направления, выполненных низкоплотными, слабо литифицированными отложениями. Вторая тенденция четко проявлена в пределах Северного Сахалина, а на континенте она отражается процентом низкоплотных образований к общей площади. В морфологии карты градиентными зонами выделяется несколько блоков: Северо-Сахалинский пониженной плотности; Среднесахалинский (южнее 51°) дифференцированный по плотности, Нижнеамурский – севернее Амурской разломной системы – повышенной дифференциации и Тумнинский (южнее Амурской разломной системы) – повышенной плотности. Блоки также отличаются ориентацией плотностных неоднородностей: для Сахалинских блоков преобладает меридиональное направление, для Тумнинского – северо-восточное, для Нижнеамурского – северо-восточное, но проявляются участки северо-западного и субмеридионального направления.

Петромагнитное поле Северо-Сихотэ-Алинского региона существенно отличается от петроплотностного: появляются значительные площади с $\alpha < 50 \times (1.3 \cdot 10^{-5})$ ед. СИ, отождествляемые со слабомагнитными толщами мезозойских осадочных образований (рис. 1Г). В свою очередь, высокие значения магнитной восприимчивости интрузивных и эффузивных пород создают интенсивные, протяженные аномалии $\alpha = (100\text{--}700)$, особенно в области развития покровных базальтоидов Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. По морфологии, уровню интенсивности и степени дифференциации магнитной восприимчивости континентальная часть территории Амурской разломной системой также делится на два блока: северный с меньшей интенсивностью и

большей структурированностью поля и южный с большей интенсивностью и меньшей структурированностью. В северном блоке выделяются аномалии магнитной восприимчивости северо-восточного, северо-западного, реже субмеридионального простирания. В южном блоке преобладающим направлением петромагнитных аномалий является северо-восточное. При общем меридиональном направлении распространения петромагнитных неоднородностей в пределах северной части Северного Сахалина намечается значительно большая, чем по плотности, область северо-западных направлений.

Структурный план петрофизических неоднородностей (рис. 1В, Г) показывает, что выделяемые границы разделяют разные геологические комплексы и могут служить основанием для выделения разрывных структур в верхней части земной коры. Они в основном конформны простиранию вмещающих структур: северо-восточные преобладают в Сихотэ-Алинской орогенной области, а меридиональные – в пределах Северного Сахалина. Главной межблоковой структурой верхней части земной коры для Северного Сихотэ-Алиня является Амурская разломная система, отделяющая Нижнеамурский блок от Тумнинского. Она имеет свое продолжение в пределах Северо-Сахалинского блока, где расчленяется на серию разломов северо-восточного простирания, разделяя главные субмеридиональные структуры на поперечные блоки. Вероятно, это – молодая разломная система, поскольку трассируется кайнозойскими впадинами. В пределах Нижнеамурского блока выделяются рифтогенные структуры – Ульбанская северо-восточного простирания, Удыль-Чля-Орельская меридиональная, Кизинская преимущественно субширотная. Здесь также может быть выделена Усалгин-Амурская зона разломов северо-западного простирания, разделяющая блок на две части: западную – повышенной плотности и восточную – пониженной плотности. В пределах южного Тумнинского блока выделяются две разломные системы, сходящиеся в районе п-ова Де-Кастри: Уктур-Декастринская северо-восточная и Тумнин-Де-Кастринская север-северо-восточного направления. В пределах Северо-Сахалинского блока выделяются две субмеридиональные структуры, ограничивающие зоны линейного повышения плотности. Они соответствуют Западно-Сахалинскому и Восточно-Сахалинскому поднятиям, которые в гравитационном поле выражены серией линейных локальных минимумов, т.е. здесь также наблюдаются небольшие по интенсивности зоны плотностной инверсии. Это может свидетельствовать о том, что условия кайнозойского тектогенеза, а воз-

можно и накопления отложений на указанных поднятиях были отличны от условий сопредельных районов. Они подверглись большему сжатию, большей литификации, а следовательно и большему уплотнению по сравнению с прилегающими прогибами [18]. В пределах Среднесахалинского блока указанные меридиональные структуры затухают, плотностной тренд изменяется в сторону большей интенсивности и дифференциации.

Результирующая схема разрывной тектоники (рис. 3) является синтезом рассмотренных выше схем верхнекоровых тектонических систем (рис. 1В, 1Г) и схемы литосферных разломов, созданной на основе анализа гравитационных (1Б) магнитных и других геофизических данных. Как указано выше, схемы, построенные по каждой из указанных характеристик, отражают результат разных аномалиеобразующих процессов: петрофизические – эволюцию и тектонику внутрикоровых пороодообразующих комплексов, а геофизические – эволюцию и тектонику литосферных блоков.

Анализируя результирующую схему, следует отметить, что рассматриваемая территория располагается в области сочленения северо-восточных (сихотэ-алинских), субмеридиональных (северо-сахалинских) и субширотных (буреинско-монголо-охотских) дизъюнктивных структур. По геофизическим данным, в пределах Северо-Сихотэ-Алинской области могут быть выделены три системы северо-восточных нарушений: Шантарская северо-восточная, Амурская север-северо-восточная и Уктур-Сахалинская восток-северо-восточная (рис. 3). Северо-западные системы имеют достаточно сложный рисунок, намечается, как минимум, две таких системы: север-северо-западная Шантарско-Анивская, северо-западная Усалгин-Амурско-Сахалинская. Шантарско-Анивская зона характеризуется большим разнообразием проявленности тектонических нарушений в гравитационном поле. Это, в первую очередь, цепочки отрицательных локальных гравитационных аномалий, градиентные зоны, изменения морфологии поля: первые больше характерны для Сахалинской части системы, а вторые – для континентальной. Амурской и Уктур-Сахалинской северо-восточными разломными зонами Шантарско-Анивская система делится на отдельные блоки со сложным смещением последних. Создается впечатление, что ее западная (континентальная) ветвь – это самостоятельная система, вероятнее всего, наложенная на сахалинскую.

Меридиональная система нарушений для докайнозойского фундамента на Сахалине характерна только для южной части рассматриваемой территории, в

пределах северной кайнозойской она срезается системой северо-восточных разломов. Сопоставление разломов, выделенных на основе гравитационного поля и петроплотностной карты, показывает, что в основном они совпадают или дополняют друг друга. Однако, что касается молодых рифтогенных кайнозойских континентальных систем, то они хорошо проявляются только на петроплотностной карте и практически не проявлены на гравитационной. Косвенно это указывает на то, что гравитационная карта отражает план мезозойских, а не кайнозойских структур. В связи с северо-восточной Амурской системой тектонических нарушений выделяются три наиболее тектонически напряженных участка на ее пересечении с северо-западными и широтными структурами, к которым приурочены локальные гравитационные максимумы: Шмидтовский, Николаевский, Лимурийский (рис. 1Б, 3). Для них характерно сокращение мощности земной коры и подъем верхней мантии [7, 9].

В целом отличие предлагаемой схемы разрывной тектоники от существующих в том, что если ранее подчеркивалось определяющее значение северо-восточных и меридиональных систем [9], то нами большое значение придается северо-западным системам, наиболее представительные структуры которых протягиваются от залива Анива на Сахалине до Шантарских островов и от Ульбанского залива до м. Мося на Сахалине. Второе отличие – выделение крупной региональной широтной системы, характерной для структур Центрально-Азиатского тектонического пояса, транзитом протягивающейся от западных континентальных структур (Буреинского массива) возможно даже за пределы о-ва Сахалин.

Как уже отмечалось выше, рассматриваемая территория находится в области сочленения северо-восточных, северо-западных и субширотных дизъюнктивных систем (рис. 1, 3). Общий характер рисунка разрывных структур, а также радиальный характер распределения локальных отрицательных гравитационных аномалий позволяет выделить кольцевую структуру с центром в месте сочленения разнонаправленных структур в районе северной части Татарского пролива – Северо-Сахалинского залива (рис. 1Б, 2). Кольцевая структура на плотностных разрезах, рассчитанных с помощью технологии “КОСКАД – 3D”, имеет четко выраженное плотностное заполнение. Положение расчетных профилей в географической системе координат приведено на рис. 2. Первые два профиля (150, 160) отражают распределение плотностных неоднородностей в пределах Шантарской части Охотского моря, остальные – в пределах изученной части кольцевой структуры. В

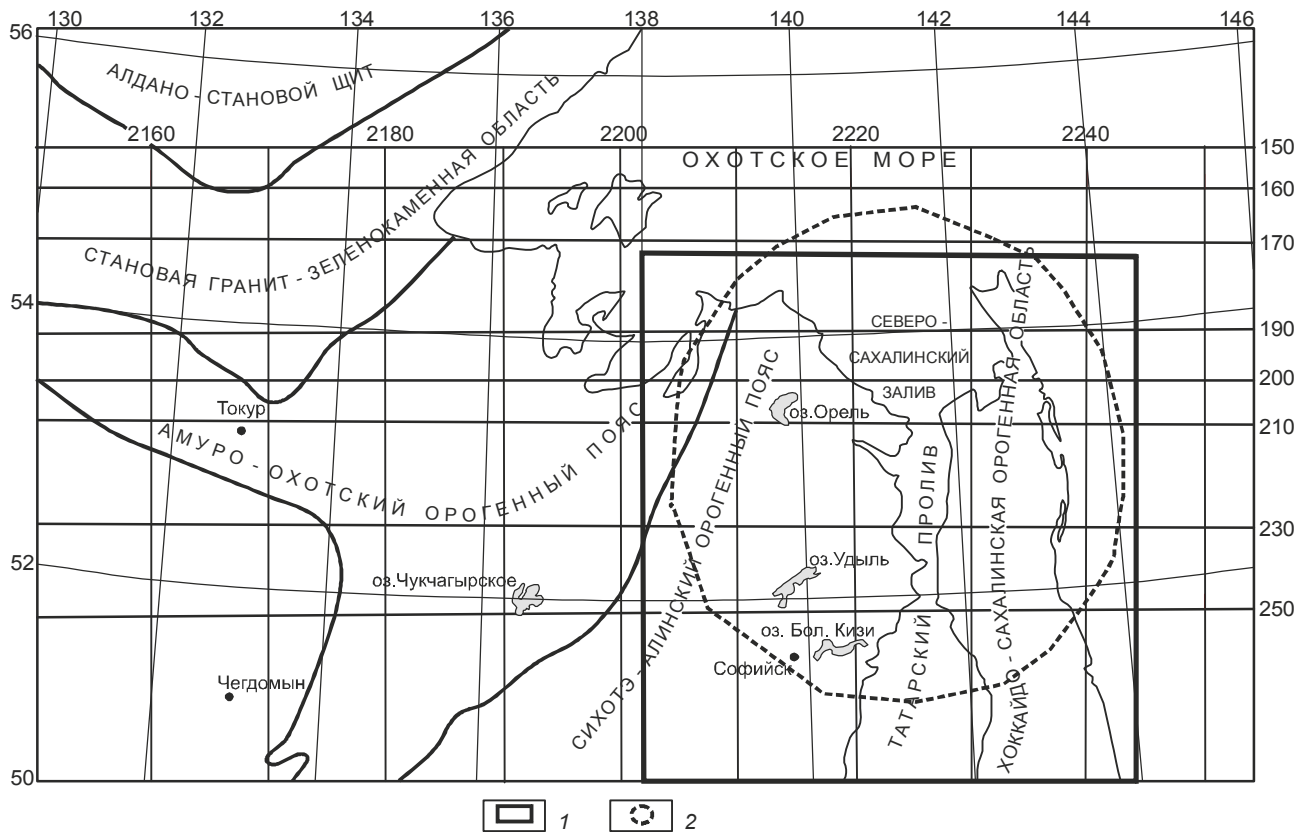


Рис. 2. Региональное положение расчетных профилей “КОСКАД-3D” в географической системе координат 1 – площадь исследований, 2 – положение выделенной кольцевой литосферной структуры.

целом кольцевая структура отличается наличием большого количества локальных плотностных неоднородностей как повышенной, так и пониженной плотности в верхней части литосферы, имеет синклиналичную геометрию, максимальная глубина ее около 70 км (рис. 4). Вероятнее всего, структура насыщена магматическими продуктами разного состава, не исключено [4], что она имеет плюмовую природу. На разрезах ПР-170 – ПР-210 она зажата между петроплотностными максимумами мантийного происхождения. Восточный максимум приурочен к Дерюгинской впадине, в магнитном поле отражается положительной аномалией. Западный максимум имеет более сложную конфигурацию, распадаясь на две меридиональные ветви, близкие к зонам распространения кайнозойских наложенных впадин: восточная – Кизинской-Чля-Орельской, а западная – Тором-Ниланской (за пределами рассматриваемой площади).

Граница кольцевой структуры на разрезах проходит по границе внутреннего поля пониженной плотности. В магнитном поле она трассируется наличием по периметру цепочек положительных локальных аномалий. На профилях 170, 190 оба плотност-

ных максимума сливаются и на глубине 140 км и выступают как единая структура, а породы пониженной плотности создают прогиб в теле более плотных (останец континентальной литосферы). В то же время, сама структура пониженной плотности изобилует включениями неоднородностей повышенной плотности по всему разрезу литосферы. Характерно, что на профиле 170 они составляют большинство; на профиле 230 количество тел пониженной и повышенной плотности практически уравнивается; на профиле 250 структура четко разделилась на две части: континентальную с высокой насыщенностью телами повышенной плотности и сахалинскую, где таких тел почти нет. Приведенные факты позволяют высказать предположение, что современная структура литосферы территории – это результат преимущественно мезозойско-кайнозойского тектоногенеза. В мезозое в результате смещающихся на восток субдукционно-коллизийных процессов формировались аккреционные структуры, приведшие к образованию литосферы континентального типа [3]. Однако в кайнозое литосфера претерпела деструкцию в результате подъема мантийного вещества к поверхности.

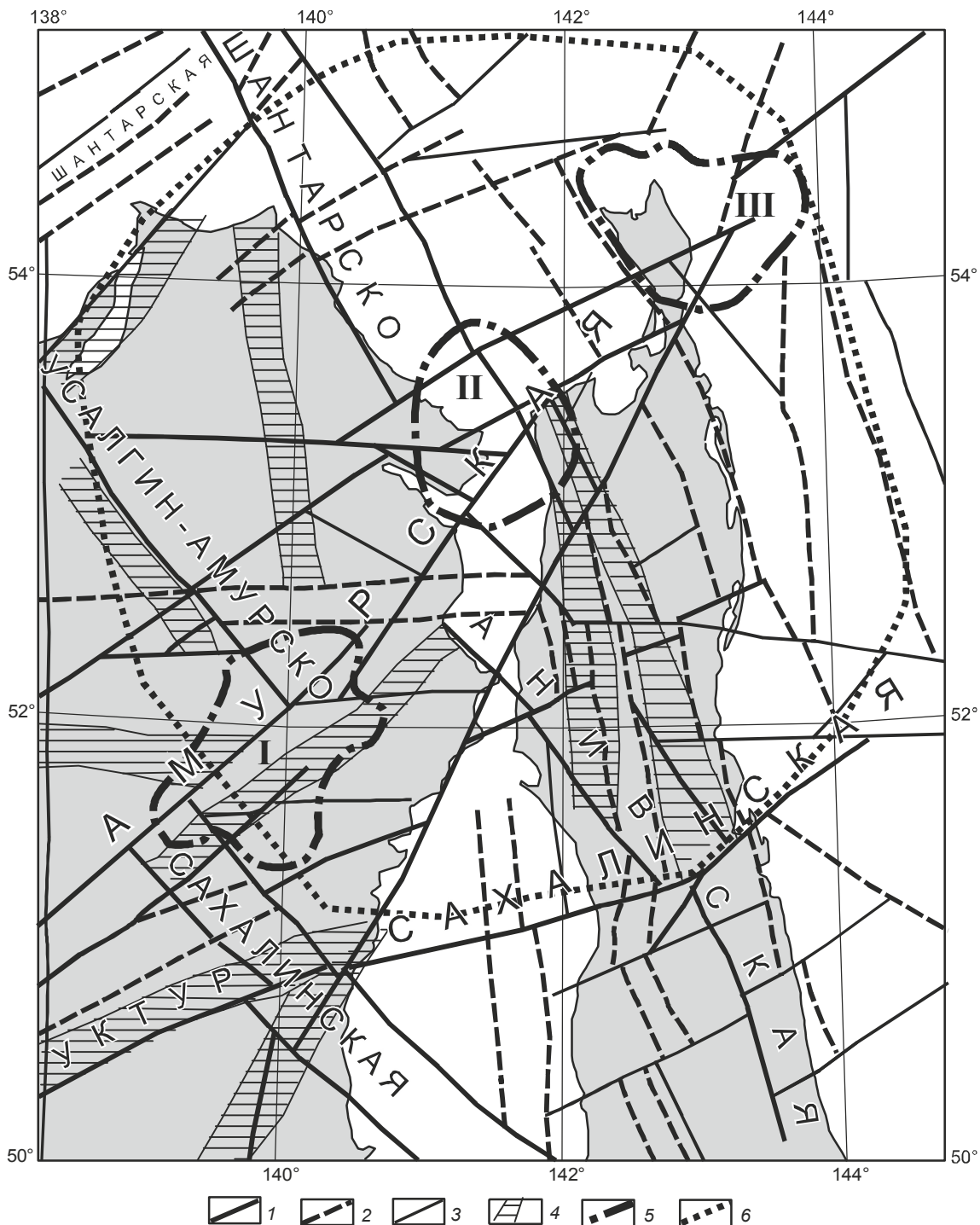


Рис. 3. Схема дизъюнктивной тектоники Северо-Сихотэ-Алинской и Северо-Сахалинской структур.

1–3 – разломы, выделенные по геофизическим данным: 1 – литосферные межблоковые разломы (названы основные системы разломов); 2 – коровые разломы, выраженные локальными гравитационными минимумами; 3 – прочие разломы; 4 – системы разломов, выделенные по петрофизическим данным (верхняя часть земной коры); 5 – локальные внутрикоровые структуры повышенной плотности: I – Лимурчанская, II – Николаевская, III – Шмидтовская; 6 – региональная кольцевая плотностная литосферная структура.

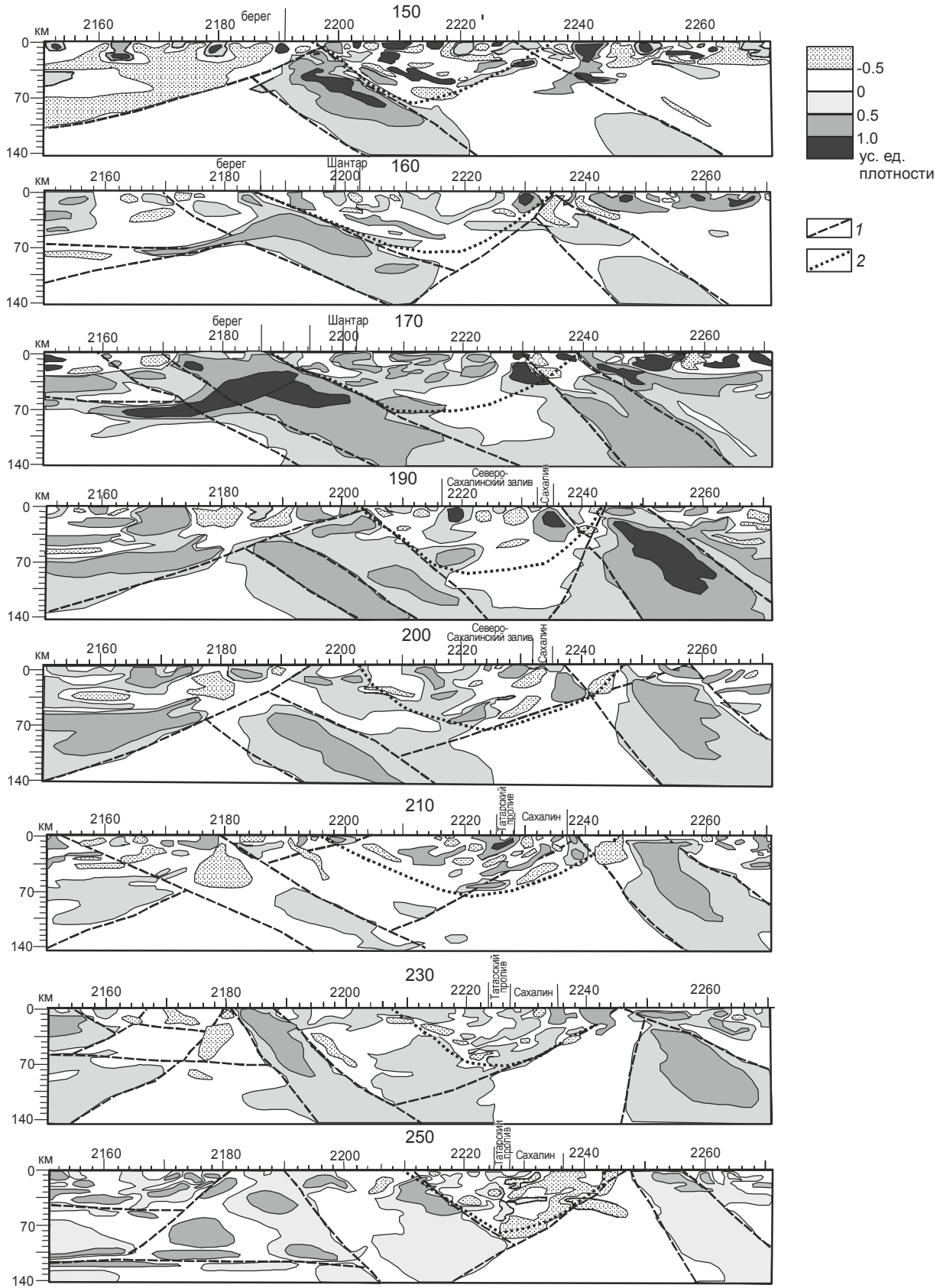


Рис. 4. Расчетные плотностные разрезы.

1 – предполагаемые литосферные разломы, 2 – границы кольцевой литосферной структуры на профилях 170–250.

Мантийный диапир определил распределение в пространстве плотностных неоднородностей. Центр его приходится на Северо-Сахалинский залив – Тарский пролив, где наблюдается и тепловая аномалия. На восточной и западной периферии кольцевой структуры развиты процессы кайнозойского линейного рифтогенеза. В континентальной части это субмеридиональные наложенные кайнозойские впадины, на востоке – это западный крутой борт Дерюгинской впадины, к которому приурочен геотемпературный градиент и где, вероятно, проявлен базальтоидный магматизм. Это в целом согласуется с работами А.М. Петрищевского и Т.К. Злобина [10], которые выделяли здесь более обширную плюмовую структуру, с двумя концентриками, одним – в районе Центрально-Охотского поднятия, а другим – в северной части Северного Сахалина. При этом они считают, что Северо-Сахалинский палеомагматический очаг располагается на 3–4 км ближе к поверхности, чем Центрально-Охотоморский, а его центральная часть отчетливо выражена интенсивной кольцевой магнитной аномалией, типичной для жерловых структур вулканических построек центрального типа.

Положение указанных выше локальных положительных гравитационных аномалий, выстроившихся в единую линию северо-восточного простирания вдоль Амурского разлома, можно интерпретировать либо как отражение отдельных флюидомагматических струй, либо как траекторию движения “горячей точки” в кайнозое. Согласно представлениям [18], плюмовая тектоника создает флюидпроницаемую среду, и поэтому она может проявляться как в виде рудно-магматических очагов, так и формированием рифтовых структур, благоприятных для нефтегазонакоплений.

Выводы

1) В результате выполненных исследований построены петрофизические карты, которые используются для уточнения схемы дизъюнктивной тектоники. Наряду с этим они могут иметь многофункциональное назначение – как основа для интерпретации геофизических полей, геологического картирования, и для прогноза полезных ископаемых.

2) Совместный анализ информации геофизических полей и петрофизических данных позволил составить схему коровой и литосферной дизъюнктивной тектоники области сочленения Северно-Сихотэ-Алинской и Северо-Сахалинской складчатых структур (зоны перехода континент–океан) и выделить единую посторогенную кайнозойскую сводово-купольную структуру, сформированную, вероятнее всего, в результате воздействия кайнозойского плюма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологическая карта Хабаровского края 1:1 000 000 / ред. А.Ф. Васькин, Г.В. Роганов. Хабаровск: ФГУГПП “Хабаровскгеология”, 2004.
2. Геология и нефтегазонасыщенность Охотско-Шантарского осадочного бассейна / В.Г. Варнаровский, А.Э. Жаров, Г.Л. Кириллова и др.) Владивосток: ДВО РАН, 2002. 148 с.
3. Гранник, В. М. Геология и геодинамика южной части Охотоморского региона в мезозое и кайнозое. Владивосток: Дальнаука, 2008. 297 с.
4. Каплун В.Б., Малышев Ю.Ф. Глубинное строение уникальной Нижне-Амурской структуры // Проблемы сейсмичности и современной геодинамики Дальнего Востока и Восточной Сибири. Хабаровск: ДВО РАН, 2010. С. 32–34.
5. Косыгин Ю.А., Воеводин В.Н., Жидков Н.Г. и др. Тахтинский массив – новый структурный элемент Сихотэ-Алинской складчатой системы // Докл. АН СССР. 1975. Т. 211, № 1. С. 164–167.
6. Малышев Ю.Ф., Парфенов Л.М., Рейнлиб Э.Л., Романовский Н.П. Плотностные неоднородности земной коры юга Дальнего Востока / Районирование геофизических полей и глубинное строение Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 42–54.
7. Малышев Ю.Ф., Подгорный В.Я., Шевченко Б.Ф. и др. Глубинное строение структур ограничения Амурской литосферной плиты // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 2. С. 3–17.
8. Никитин А.А., Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизической информации: Учеб. пособие, 2-е изд. М: ООО “Центр информационных технологий в природопользовании”, 2010. 114 с.
9. Объяснительная записка к тектонической карте Охотоморского региона. 1:2 500 000 / Отв. ред. Н.А.Богданов, В.Е.Хайн. М.: Ин-т литосферы окраинных и внутренних морей., 2000. 193 с.
10. Петрищевский А.М., Злобин Т.К. Плотностная неоднородность тектоносферы Охотоморского региона / Учен. записки Сахалин. гос. ун-та. Сб. науч. статей. Вып. 4 / Под ред. Т.К. Злобина. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2004. С. 10–20.
11. Салун С.А. Тектоника и история развития Сихотэ-Алинской складчатой системы М: Недра, 1978. 183 с.
12. Сахно В.Г. Позднемезозойско-кайнозойский континентальный вулканизм. Владивосток: Дальнаука, 2001. 335 с.
13. Тектоника, глубинное строение, металлогения области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов: Объясн. зап. к Тектонической карте 1:1 500 000. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН, 2005. 263 с.
14. Тектоническая природа геофизических полей Дальнего Востока. М.: Наука, 1984. 200 с.
15. Тютрин И.И., Волгин П.Ф. Радюш В.М., Мотовилов Ю.П. Глубинные разломы как один из определяющих факторов размещения нефтегазовых месторождений на Сахалине // Тихоокеан. геология. 1986. Т. 15, № 6. С. 53–57.
16. Физические свойства пород Дальнего Востока (справочник в 2-х т.) Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. 393 с.

17. Ханчук А.И. Иванов В.В. Геодинамика Востока России в мезо-кайнозой и золотое оруденение // Геодинамика и металлогения. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 7–30.
18. Харахинов В.В. Нефтегазовая геология Сахалинского региона. М.: Науч. мир, 2010. 276 с.
19. Шевкаленко В.Л., Тахтинский массив – геологическое обоснование Нижне-Амурской золотоносной провинции // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии: III Косыгинские чтения. Хабаровск: ДВО РАН, 2001. С. 266–278.
20. Natal'in B.A. History and modes of Mesozoic accretion in Southeastern Russia // Island Arc. V. 1, N 2. P. 13–14.

Рекомендована к печати Р.Г. Кулиничем

E.G. Ivolga, N.P. Romanovskii, V.G. Gurovich, Yu.F. Manilov

On the deep structure of the North Sikhote-Alin and North Sakhalin fold structures junction area

The gravity field interpretation is performed for the North Sikhote-Alin and North Sakhalin structure junction area using the COSCAD-3D software package. Petrodensity and petromagnetic maps are compiled which allow obtaining the additional new data on petrophysical features and the deep structure of the study area. As a result of complex geophysical and petrophysical data interpretation, the sketch map of disjunctive tectonics of the region has been compiled and the ring structure has been distinguished featured by the singularity of petrodensity characteristics of the rock fill which is caused by the influence of the mantle deep structure. It can be considered as a magma chamber structure which center is located in North Sakhalin Bay.

Key words: gravity field, petrodensity inhomogeneities, disjunctive disturbances, destruction of the lithosphere, magma chamber structure, Sikhote-Alin, Sakhalin.