

## СТРУКТУРА ЛИТОСФЕРЫ ЗОНЫ ПЕРЕХОДА КОНТИНЕНТ–ОКЕАН ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПЛОТНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Е.Г. Иволга, 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](mailto:ivolga@itig.as.khb.ru), [ymanilov@itig.as.khb.ru](mailto:ymanilov@itig.as.khb.ru)

Поступила в редакцию 14 июня 2018 г.

Для южной части Российской окраины Евразийского континента выполнена количественная обработка гравиметрических данных, рассчитана 3D плотностная модель. Посредством плотностной модели выявлены новые особенности дизъюнктивной тектоники на разных глубинных уровнях, показано положение региона на глобальном тектоническом уровне. Установлено, что зона перехода представляет собой единую литосферную структуру северо-восточного простирания, в пределах которой выделяются мантийные блоки с границами, соответствующими границам впадин и крупных тектонических объектов. Полученная информация позволяет уточнить глубинное строение и палеогеодинамику изучаемой территории.

**Ключевые слова:** плотностная модель, литосферная плита, тектонические структуры, дизъюнктивные системы, гравитационное поле, аномалии гравитационного поля, плотностные неоднородности, Дальний Восток России.

### ВВЕДЕНИЕ

Регион исследований включает прибрежную часть Евразийского континента от Магадана на севере до Владивостока на юге, Охотоморский и Япономорские районы. В тектоническом отношении – это область взаимодействия Евразийской, Тихоокеанской, Североамериканской литосферных и Амурской, Охотской коровых плит [3, 13, 21, 23, 27].

Для изучаемого региона центральное место занимает Охотская плита. Наиболее надежно картируется ее юго-восточная граница на стыке с Тихоокеанской по Курило-Камчатскому сейсмическому поясу [3]. Северная граница с Североамериканской и Евразийской плитами и западная с Амурской до сих пор являются предметом дискуссий, т.к. не имеют четкого контроля поясами землетрясений. Различные аспекты тектонического развития данного региона изложены в многочисленных работах [2, 7, 8, 16, 17, 20, 22], основывающихся на разной фактурной основе и на разных тектонических подходах. Глубинное строение отражено в результатах детальных геолого-геофизических исследований [9, 10, 15].

Созданные в недалеком прошлом тектонические карты континентальной части [7] и морской акватории [16] существенно отличаются по методике составления, по уровню геолого-геофизической изучен-

ности и по степени учета геофизических материалов при их создании.

Основу структурного каркаса Охотоморского региона составляют данные сейсмических исследований, выполненных при поисково-оценочных работах на нефть и профильные работы ГСЗ. Структурная основа для континентальной части базируется на гравиметрической информации в сопоставлении с профильными данными ГСЗ и МТЗ. Большая часть тектонических построений упираются в границу «суша-море». Глубина для подавляющего количества разрезов ограничивается рассмотрением земной коры или ее верхней части. Изучению мантийных неоднородностей территории посвящено значительно меньшее количество работ, они основываются на результатах разных методов интерпретации аномалий гравитационного поля, ГСЗ, сейсмотомографических построениях [3]. Настоящие исследования являются продолжением работ этого направления в границах изучения земной коры и верхней мантии путем выделения корово-мантийных неоднородностей на основе плотностного моделирования.

Цель настоящих исследований – на основе плотностного моделирования выявить глубинные особенности строения литосферы региона, проявленность дизъюнктивных систем в зоне перехода «континент–океан».

Регион исследований представлен коллажем разновозрастных тектонических структур. Его континентальная часть выполнена древними кратонами (Сибирский, Северо-Китайский) и массивами (Охотский, Буреинский, Ханкайский); разновозрастными аккреционно-коллизийными системами (Становая, Верхояно-Колымская, Монголо-Охотская, Сихотэ-Алинская, Хоккайдо-Сахалинская, Курило-Камчатская); вулcano-плутоническими поясами (Охотско-Чукотский, Сихотэ-Алинский, Курило-Камчатский). На все вышеперечисленные тектонические объекты наложены молодые рифтогенные системы.

Тектонические объекты континентальной части изучаемого региона имеют следующие преобладающие простирания [7, 8]: крупные мезозойские структуры – северо-восточное; древние массивы – субмеридиональное; Монголо-Охотская, Становая орогенные области и Алдано-Становой щит – субширотное.

Для кайнозоя в пределах Охотоморского и Япономорского регионов, согласно [13], определяющей является северо-восточная направленность с подчиненным значением на востоке северо-западных элементов (Курило-Камчатская система нарушений) и меридиональных (Хоккайдо-Сахалинская система).

Благодаря высокому уровню геолого-геофизической изученности морской акватории [4, 9, 10, 13, 15, 16, 18, 21], особенно детально выполнена блокировка, оценена мощность кайнозойских отложений и составлена карта изопахит с выделением основных впадин и поднятий кайнозойского чехла Охотоморского региона. В пределах континента тектонические карты кайнозойского чехла составлены для отдельных депрессионных структур [1, 5, 7, 24].

Для большей части Охотоморского региона мощность кайнозойских отложений не превышает 3–5 км и только в пределах Южно-Охотской (Курильской) впадины она существенно выше. Основным тектоническим элементом Охотоморского региона является Центрально-Охотское поднятие в центральной части Охотского моря, отороченное по периферии грабенообразными структурами (рис. 1).

Карта мощности земной коры региона показывает, что в пределах континентальной части граница Мохо – в пределах 30–46 км, для морской – 18–28 км, за исключением Южно-Охотской (Курильской) впадины, где мощность падает до 5–15 км. Вышесказанное свидетельствует о том, что для большей части района исследований, вероятно, характерен континентальный и субконтинентальный тип земной коры, наличие океанической коры можно предполагать только в пределах Южно-Охотской и Япономорской впадин.

Согласно ранее построенным картам и разрезам в пределах региона [3, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 21, 22]

максимальная мощность земной коры и литосферы наблюдается на континенте – характерна для древних кратонов и массивов, минимальная – для кайнозойских впадин (рифтогенных структур). На фоне общей закономерности в пределах древних образований выделяются регионы с пониженной мощностью земной коры (по Малышеву Ю.Ф., – области ремобилизованной коры [7]), возникшие в результате молодых плитных процессов (активизации).

Данная работа направлена на уточнение глубинной структуры сочленения морской и континентальной частей литосферы, которая остается наиболее дискуссионным звеном «прибрежной» тектоники.

#### МЕТОДИКА

Для района изучения была составлена компилятивная тектоническая карта на основе материалов Н.А. Богданова с соавторами [13] и Л.П. Карсакова с соавторами [7], которая в дальнейшем использована при анализе и геологической идентификации геофизической информации (рис. 1).

Сложность создания тектонической схемы состоит в увязке элементов дизъюнктивной тектоники, как связующего каркаса, морской и континентальной частей. Трудности построения региональных карт разрывной тектоники заключаются в том, что на данном этапе развития геологической науки унифицированных подходов к их составлению не существует. Как правило, морфология разрывных структур на тектонических картах – это результат субъективной увязки геологических данных с другими видами информации на основе преобладающей тектонической концепции. Одна из задач данной работы – уменьшение субъективного фактора при построении схем разрывной тектоники посредством формирования единообразной информационной базы. В данном исследовании такой базой стали гравиметрические данные. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, эта информация – площадная, равномерно покрывающая всю территорию. Во-вторых, гравитационное поле отражает изменение физической среды на достаточно большую глубину. В третьих, в гравитационном поле лучше всего отражается блоковая делимость литосферы, т.е. межблоковые границы контрастно проявлены.

В качестве опорных материалов использованы: карты гравитационного поля масштаба 1:1 000 000, 1:2 500 000 и 1:5 000 000 в редукции Буге и Фая, цифровые модели гравитационного поля Земли [19, 25]. Также для уравнивания разнородного гравиметрического материала использовалась модель GGM01, полученная на основе спутниковых наблюдений в ходе выполнения проекта «GRACE» (<http://www.csr.utexas.edu>). После обработки исходных материалов получе-

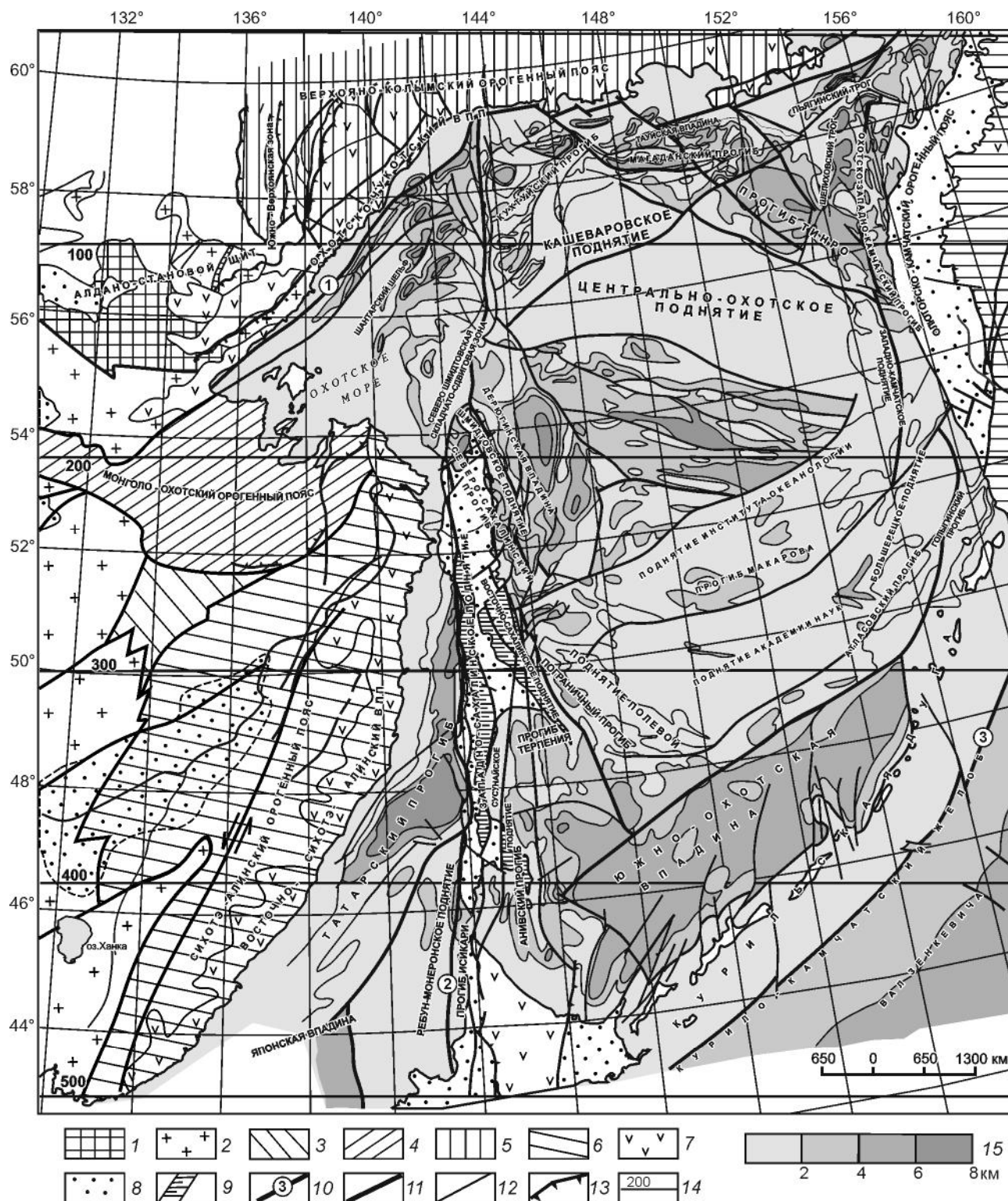


Рис. 1. Тектоническая схема области сочленения континент–океан юга Дальнего Востока России, по [7, 13, 21].

1 – метаморфические комплексы Алдано-Станового щита; 2 – гранитно-метаморфические комплексы Буреинского, Ханкайского массивов и Становой гранит-зеленокаменной области; 3 – палеозойские осадочно-метаморфические комплексы Сулукского блока; осадочно-метаморфические комплексы: 4 – Монголо-Охотской складчатой области, 5 – Верхояно-Колымской складчатой области, 6 – Сихотэ-Алинской складчатой области; 7 – вулканоплутонические пояса (ВПП); 8 – кайнозойские наложенные впадины; 9 – горстовые структуры наложенных кайнозойских впадин; 10–13 – системы тектонических нарушений: 10 – цифровые обозначения систем нарушений (1 – Амуро-Шантарская, 2 – Хоккайдо-Сахалинская, 3 – Курило-Камчатская), 11 – главные, 12 – прочие, 13 – нарушения надвигового типа; 14 – интерпретационные профили; 15 – шкала раскраски мощности кайнозойских отложений морской акватории.

на цифровая матрица  $2 \times 2$  км гравитационного поля изучаемой территории в редукции Буге с плотностью промежуточного слоя  $2.67 \text{ г/см}^3$ . Полученная равномерная площадная гравиметрическая информация стала основой для изучения неоднородностей поля силы тяжести как для континентальной части, так и морской акватории.

Анализ гравитационного поля выполнен на двух уровнях: глобальном и региональном. На глобальном уровне анализировалось общее положение региона в гравитационном поле Земли, проявленность в нем основных тектонических элементов. На региональном уровне проведена качественная и количественная интерпретация поля с целью выделения плотностных региональных неоднородностей.

Провести подобные исследования позволил комплекс спектрально-корреляционного анализа данных «Коскад – 3D» [14]. Для изучения разночастотной структуры гравитационного поля проведено разложение его на региональную и локальную составляющие по опробованной методике [11] (рис. 2). В нашем случае разложение проведено посредством осреднения. Радиус осреднения выбирался исходя из статистических характеристик неоднородностей поля и составлял  $202 \times 182$  км. В процессе изучения выполнен вероятностно-статистический анализ поля силы тяжести: рассчитаны его градиентные характеристики (рис. 3 А) и дисперсия (рис. 3 Б). Полученная информация использована при дальнейшем структурно-тектоническом анализе.

Посредством решения обратной задачи рассчитаны 3D-плотностные модели. Глубина расчетной модели для данной работы выбрана исходя из глубины залегания главных гравитирующих поверхностей, которые рассчитывались по характеристикам аномалий поля силы тяжести изучаемой территории. Для нашей модели оно составляет 145 км, что на 20 % превышает максимальную глубину залегания основной гравитирующей поверхности. Рассматриваемые далее плотностные разрезы являются вертикальными срезами полученной модели по выбранным геотраверсам. При коррекции модели учитывались данные о строении и свойствах коры модели CRUST 2.0 [26].

На основе анализа полученной модели, изучения низкочастотных и высокочастотных характеристик, расчетов полного горизонтального градиента наблюдаемого поля построены серии карт (карта полного горизонтального градиента наблюдаемого поля, карты статистических характеристик поля – медианы, дисперсии, эксцесса, асимметрии, карты региональных и локальных составляющих поля на разных глубинных уровнях) и плотностных разрезов. Следует отметить, что параметры окна расчета ста-

тистических характеристик имели «живую форму», т.е. радиус корреляции подбирался исходя из максимальных размеров аномалий. Рассматриваемые далее картографические материалы имеют следующие параметры окон корреляции: карта средневзвешенного –  $511 \times 650$  км, карта градиентов –  $61 \times 176$  км, карта дисперсии –  $114 \times 152$  км, карта асимметрии –  $38 \times 46$  км, карта эксцесса –  $31 \times 38$  км.

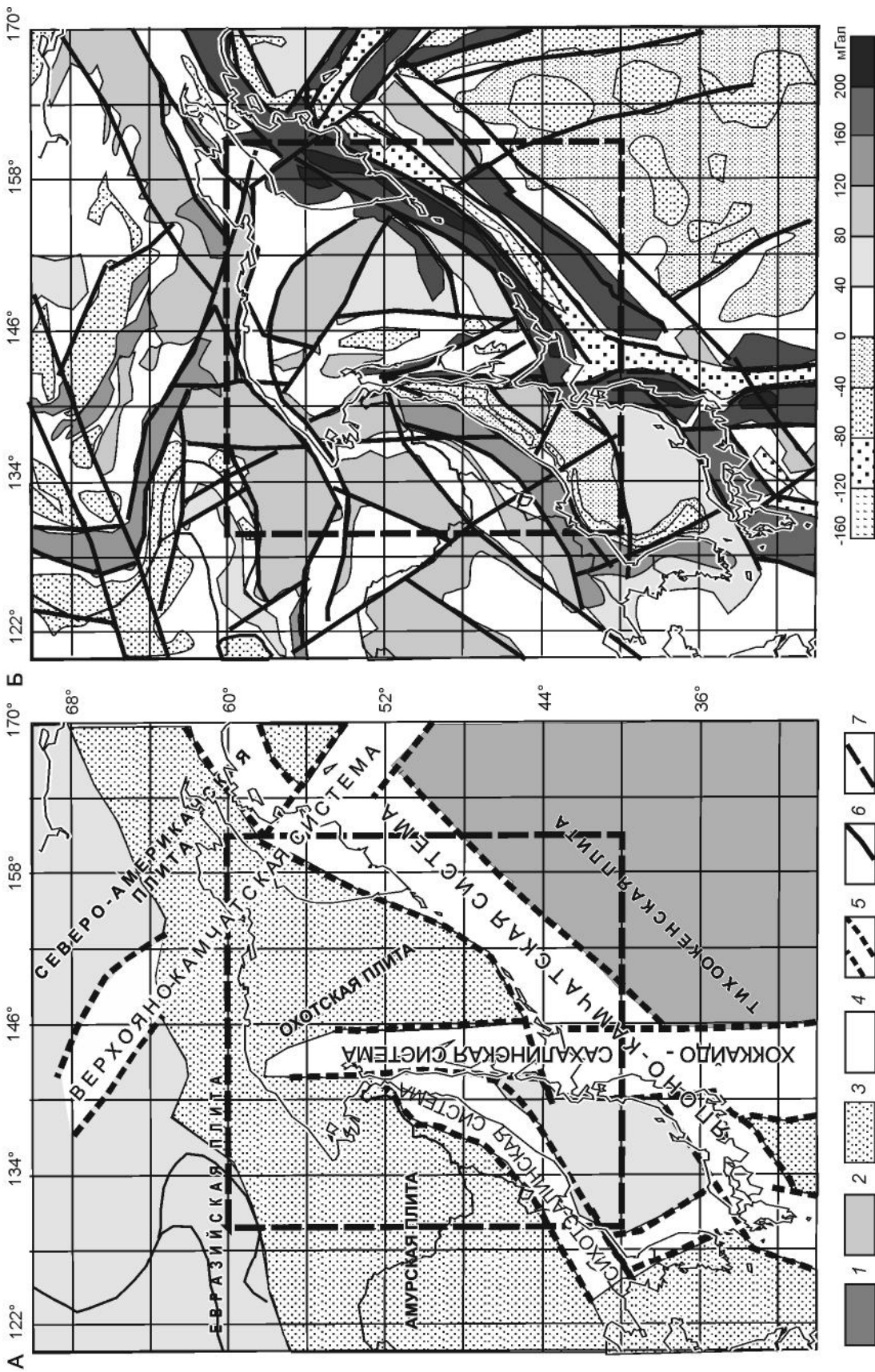
При интерпретации полученных результатов использованы данные по глубинным и разведочным сейсмическим профилям и МТЗ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Площадные исследования

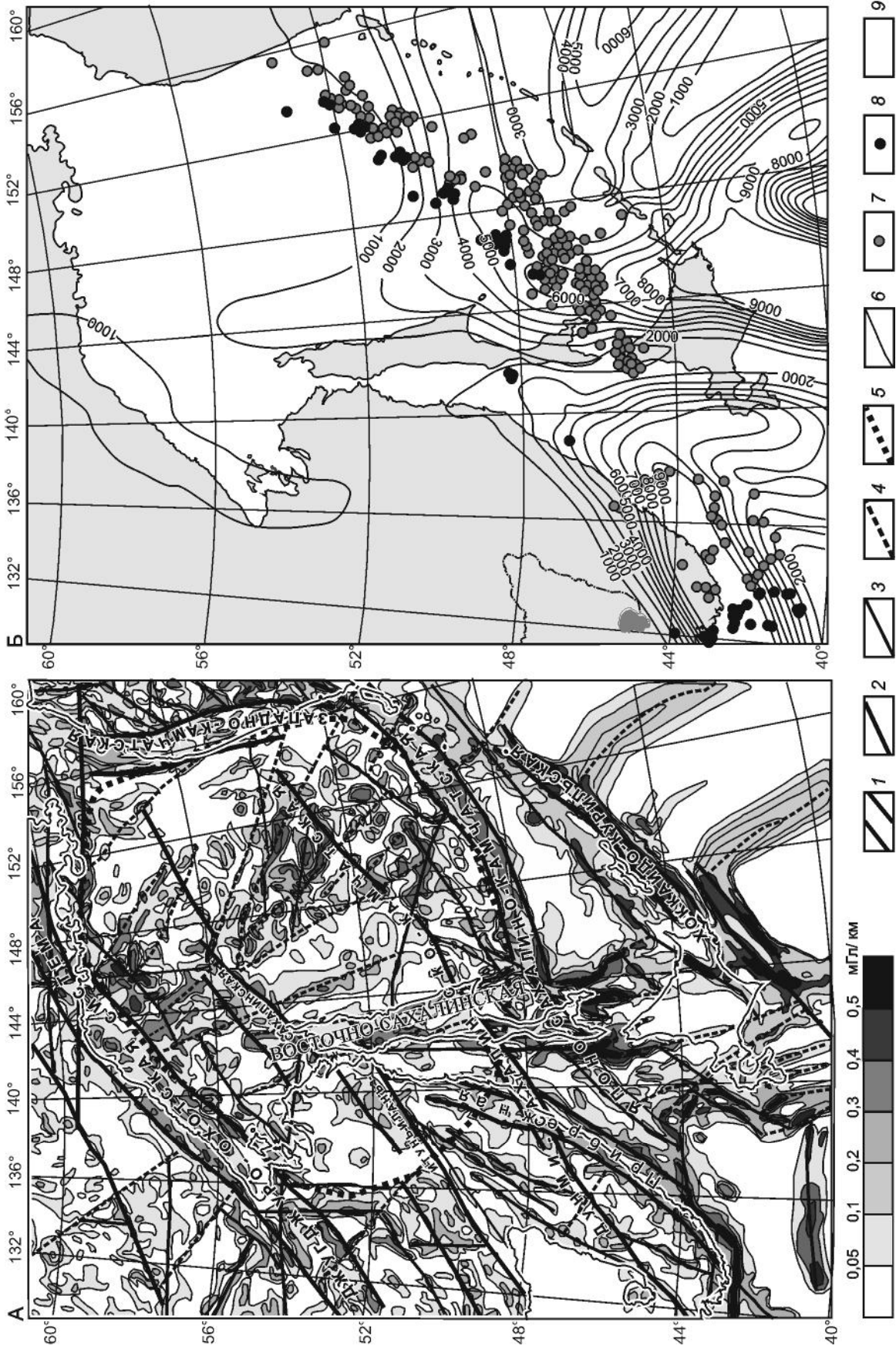
**Тектоническая карта.** О характере сочленения тектонических элементов региона можно судить, прежде всего, на основе анализа распространения разрывных структур. Согласно созданной тектонической карте рис. 1, преобладающее направление основных тектонических нарушений северо-восточное, как для морской акватории, так и для континента. Дизъюнктивы, имеющие данное направление, простираются от Северного Китая до Камчатского полуострова, где упираются в Верхояно-Камчатскую систему (рис. 1, 2). Идентифицировать разломы в пределах морской акватории и на континенте как единые не всегда возможно. Дизъюнктивы северо-восточного направления уверенно прослеживаются только на севере в пределах Шантарской зоны; на юге, в пределах Хоккайдо-Сахалинской и Сихотэ-Алинской орогенных систем происходит их деформация. За границами указанных систем в морской акватории нарушения северо-восточного направления проявляются вновь, но говорить о том, что это одни и те же разломы, нет основания. Сихотэ-Алинская система разломов в районе Северного Сахалина упирается в Хоккайдо-Сахалинскую систему, а затем разворачивается на север. Хоккайдо-Сахалинская разломная система имеет четко выраженное меридиональное направление от Хоккайдо до Охотска. В пределах Шантарской зоны она служит разделяющей границей между разломами северо-восточного континентального направления и северо-западными охотоморскими, развитыми по восточному обрамлению острова Сахалин.

На основе полученной карты (рис. 1) можно утверждать, что разломные системы континентальных орогенных поясов (Монголо-Охотского, Сихотэ-Алинского), прибрежной части Становой зеленокаменной области и Охотоморья смотрятся как единый литосферный блок, ограниченный на севере Амуро-Шантарской, а на юге Курило-Камчатской разломными системами, с преобладающим северо-восточным простиранием разломов. Однако деформации их про-



**Рис. 2.** Интерпретационная схема составляющих гравитационного поля региона (редукция Фая) с элементами региональной тектоники. А – региональная составляющая; 1 – область сильно отрицательного, слабо дифференцированного поля с локальными положительными аномалиями; 2 – область слабо положительного, дифференцированного поля; 3 – область слабо отрицательного, дифференцированного поля; 4 – зоны знакопеременного, сильно дифференцированного поля; 5 – границы зон знакопеременного, сильно дифференцированного поля (предполагаемые границы плит); 6 – разломы, выделенные на основе локальных аномалий гравитационного поля; 7 – граница изучаемой территории.





**Рис. 3.** Схема дизъюнктивной тектоники по результатам интерпретации характеристик гравитационного поля.

А – карта градиентов гравитационного поля. Разломы северо-восточного направления; 2 – главные разломы; 3 – прочие разломы; 4 – разломы северо-западного направления; 5 – кольцевая разломная система; Б – карта дисперсии гравитационного поля. 6 – изолинии дисперсии; 7 – среднефокусные землетрясения; 8 – глубокофокусные землетрясения; 9 – морская акватория.

стирания север-северо-восточными нарушениями Сихотэ-Алинского орогена и Хоккайдо-Сахалинской субмеридиональной разрывной системой не дают возможности утверждать, что северо-восточные разрывные нарушения в пределах морской акватории являются продолжением именно континентальных систем. Северо-западные разрывные структуры на карте имеют явно подчиненное значение и проявляются они на северо-востоке территории в области влияния Северо-Американской плиты.

Положение рассматриваемого региона в глобальной тектонике иллюстрирует рис. 2, где основные структуры показаны на основе обработки и интерпретации карты гравитационного поля в редукции Фая [19, 25]. Региональные особенности отражает интерпретационная схема региональной составляющей поля силы тяжести (рис. 2 А), где по величине интенсивности гравитационное поле изучаемой площади разделено на следующие основные уровни: отрицательное, слабо дифференцированное, характерное для юго-восточной части территории (акватория Тихого океана); слабо положительное, дифференцированное (акватория окраинных морей); отрицательное с локальными положительными аномалиями, характерное для континентальной части. На фоне указанных областей выделяются линейные зоны (системы) резко дифференцированного знакопеременного поля. Наиболее контрастная – Японо-Камчатская система северо-восточного простирания, которая в морской акватории совпадает с Курило-Камчатской зоной субдукции. Параллельная ей, но уже менее контрастная зона этого направления выделяется на континенте, проходит от Северо-Китайского кратона через Ханкайский массив и Сихотэ-Алинскую орогенную область с выходом в Татарский пролив. Вторая по степени проявленности – Хоккайдо-Сахалинская меридиональная система. Дифференциация поля в ней уменьшается с юга на север (от Хоккайдо к Северному Сахалину), т.е. в направлении субконтинентальной области. Наконец, по северной части Камчатки проходит северо-западная Верхояно-Камчатская система, которая также контрастнее выражена в океане и слабее на континенте. Подобное уменьшение интенсивности аномалий гравитационного поля на континенте, вероятнее всего, связано с несоответствием примененной редукции поля для континента. Выделенные на рис. 2 А области дифференциации гравитационного поля, вероятно, являются областями разного строения литосферы.

На рис. 2 Б приведена интерпретационная схема распределения локальных аномалий поля  $\Delta g$  как линейных зон внутри крупных областей (рис. 2 А). Она явилась основой для выделения элементов межбло-

ковой и внутриблоковой разрывной тектоники. Преобладающими направлениями разрывных структур для изучаемой площади являются северо-восточное, северо-западное и меридиональное.

Северо-восточные дизъюнктивы, вероятно, обусловлены становлением Евразийской плиты; меридиональные – связаны с формированием Хоккайдо-Сахалинской аккреционной структуры. Северо-западные нарушения группируются в три региональные системы: на северо-востоке обусловлены взаимодействием Северо-Американской и Евразийской плит, в центральной части – Тихоокеанской и Охотской плит, а на крайнем юго-западе – взаимодействием Северо-Китайского кратона с Тихоокеанской и Филиппинской плитами.

Рассмотренные карты показывают, что большая часть изучаемой территории находится в области переходной литосферы со сложным блоковым строением. Океаническая литосфера наблюдается только в юго-восточной части территории, за пределами Курило-Камчатской субдукционной зоны.

Линейные системы гравитационных аномалий, которые контролируют дизъюнктивные системы, вероятно, являются и границами современных литосферных плит. Северо-восточная Японо-Камчатская система, по-видимому, сформировалась вдоль границы Охотской и Тихоокеанской плит; меридиональная Хоккайдо-Сахалинская – граница Охотской и Амурской плит; северо-западная Верхояно-Камчатская – Евразийской и Северо-Американской плит.

Центральный структурный объект изучаемой территории, которым является Охотская плита, наиболее ярко иллюстрирует всю неоднородность тектонической картины региона. По своему строению она делится на две части: сложностроенную западную часть и относительно более простую восточную. Сложность блокового строения западной части обусловлена тем, что она находится в зоне влияния разнонаправленных меридиональной, северо-западной и северо-восточной дизъюнктивных систем, в то время как в восточной части преобладают разломы северо-западного направления. Для литосферы в пределах континента характерно сочетание равновеликих блоков, разделенных достаточно густой сетью северо-восточных и северо-западных разломов.

Для уточнения и систематизации сети разрывных структур, рассмотренных и в предыдущих исследованиях [6], рассчитана *карта градиентов* гравитационного поля (рис. 3 А).

Так же как и на тектонической карте, на карте градиентов выделяется единый литосферный блок между Ханкайско-Буреинским массивом на западе и

Олюторско-Камчатским орогенным поясом на востоке, Джугджуро-Охотской разломной системой на северо-западе и Хоккайдо-Курильской на юго-востоке.

Высокоградиентными аномалиями северо-восточного направления выделяется Хоккайдо-Курильская система нарушений, она контролирует одноименную островную дугу [13]. Ее секут резко градиентные зоны северо-западного направления. Для северной части рассматриваемой территории (севернее линии – 42° градуса широты на западе и 50° градусов на востоке) характерно расчлененное разнонаправленное поле градиентов относительно невысокой интенсивности, для южной – характерно слабо расчлененное градиентное поле, ограниченное и пересекаемое резко контрастными градиентными зонами. Граница этих областей в охотоморской части, согласно [4], трактуется как граница континентальной и океанической коры. По аналогии, вероятно, можно интерпретировать и западную ее ветвь в пределах япономорской части акватории.

Общая картина дизъюнктивной тектоники, отраженная на карте градиентов, имеет не только сходство с тектонической, но и отличия. Среди них наличие слабоградиентной южной зоны северо-восточного простирания в пределах единого северо-восточного блока, между северной границей Южно-Охотской впадины, северной границей Японской котловины (Южное Приморье – Южный Сахалин – Южная Камчатка) и Хоккайдо-Камчатской разломной системой.

В континентальной части изучаемого региона выделяется несколько разломных систем северо-восточного направления. Джугджуро-Охотская система нарушений на своем протяжении разделяет тектонические элементы Тихоокеанского тектонического пояса и структуры Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса. Среди крупных – Итунь-Илань-Сахалинская система разломов, которая сдвигается Восточно-Сахалинской системой, затухает на Центрально-Охотском поднятии Охотского моря, и Дунми-Сахалино-Камчатская система, проходящая по южной границе прогиба Макарова [7, 8, 13].

Меридиональное Хоккайдо-Сахалинское направление на карте градиентов выражено значительно слабее и в основном на юге. На севере разломы этого направления срезаются северо-восточными структурами Шантарской зоны. Меридиональная система является границей раздела северо-восточных нарушений континентальной части и преимущественно морских северо-западных. Север-северо-восточные нарушения Сихотэ-Алинского орогена (Прибрежная система и др.) находятся под воздействием Дунми-Сахалинской системы нарушений.

Дизъюнктивы северо-западного направления больше характерны для морских акваторий и делятся на две группы – Охотоморскую и Япономорскую. Фрагментарно они продолжаются и на континент. Охотоморская система в виде конского хвоста разветвляется от Джугджуро-Охотской системы к юго-востоку в акваторию Охотского моря (рис. 3 А). Япономорская группа северо-западных нарушений в виде небольших фрагментов соединяет остров Хоккайдо и юг Приморья. На континенте на современных тектонических картах северо-западные системы практически не выделяются, в то время как по элементам гравитационного поля они прослеживаются достаточно уверенно в виде Станового, Улканского и Алдано-Майского разломов [7, 8].

Кроме указанных линейных разломных систем, в морфологии аномалий градиентов гравитационного поля диагностируются радиальные, дуговые или кольцевые в плане и конические в разрезе системы разломов. Существование подобных атрибутов пространственной организации геологической среды позволяют выделить кольцевую структуру, аналоги которой встречаются и на континенте [12], и в областях перехода континент–океан [5].

Выделенная кольцевая структура охватывает прибрежные районы северо-западного Приохотья, северо-восточную часть Сихотэ-Алинского орогенного пояса, северную и центральную части Сахалина, северную часть Охотского моря по северной границе Южно-Охотской впадины, западное побережье Камчатки с центром в районе Центрально-Охотского поднятия (рис. 3 А).

Таким образом, карта градиентов показывает, что такие разломы континента, как Улигданский, Хинганский, Итунь-Иланский, Дунми-Алчанский, могут иметь свое продолжение и в акватории Охотского моря. Единый северо-восточный блок литосферы, выделяющийся как единый на тектонической карте, по деформационным характеристикам делится на северный и южный.

Особенно наглядно это различие подчеркивает карта дисперсии гравитационного поля (рис. 3 Б). Высокие значения дисперсии поля силы тяжести характерны для южной части изучаемого региона, в то время как в северной дисперсия весьма незначительна. Среди высокой дисперсии поля южной части контрастно выделяется меридиональная зона пониженной дисперсии, которая проходит через центральную часть о-ва Хоккайдо и южного Сахалина. Она делит высокодисперсную часть на два блока: западный – с северо-восточным направлением аномалий, и восточный – с северо-западным.



Обращает на себя внимание, что региональная Японо-Сахалино-Камчатская зона градиентов (рис. 3 А) картируется также и на других картах статистик гравитационного поля – асимметрии, эксцесса и медианы. Она является границей двух типов полей и, как уже указывалось, двух типов земной коры: континентальной – на севере, океанической – на юге, и контролируется зоной средне- и глубокофокусных землетрясений (рис. 3 Б). В целом карта дисперсии поля  $\Delta g$  показывает, что в океанической части его дифференцированность значительно выше, т.е. океаническая литосфера по плотностным характеристикам расчленена заметно контрастнее континентальной.

### ГЛУБИННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения внутреннего строения литосферы изучаемого региона рассчитана плотностная 3D модель. На ее основе по серии широтных профилей (рис. 1) представлены разрезы эффективной плотности (рис. 4 А). Всего приведено шесть профилей: первый (северный) профиль 0 преимущественно проходит по континенту, за исключением крайней восточной части, шестой (южный) профиль 500 – преимущественно по морской акватории, остальные находятся непосредственно в области сочленения континентальных и океанических структур. Интерпретация полученных плотностных разрезов на рис. 4 Б.

По глубине разрезы делятся на две части: верхняя – сильно расчлененная по плотности, нижняя – менее расчлененная. Мощность верхней части максимальная в пределах континента на профиле 0 и минимальная на разрезе 500, который проходит через южное побережье Приморья, Японскую впадину и остров Хоккайдо. За пределами острова петроплотностной разрез верхней части качественно меняется, напоминая по морфологии нижнюю часть разрезов. Подошва верхней части разреза имеет волнообразный характер, определяемый подъемом блоков повышенной и пониженной плотности к поверхности (рис. 4 А). С учетом глубин указанной границы можно рассматривать ее как подошву литосферы региона. На рис. 4 Б по профилю показаны основные структурные элементы, проявленные на глубине, их преимущественный (коровый или корово-мантийный) состав.

*Профиль 0.* Центральное положение разреза занимает мантийная структура пониженной плотности под Южно-Верхоянской зоной и Охотско-Чукотским вулканогенным поясом (ОЧВП), отороченная на западном (Сибирский кратон) и восточном (Гижинская впадина и Шелеховский трог) флангах блоками повышенной плотности. Камчатская часть разреза (крайний восток) опять характеризуется пониженной плотностью.

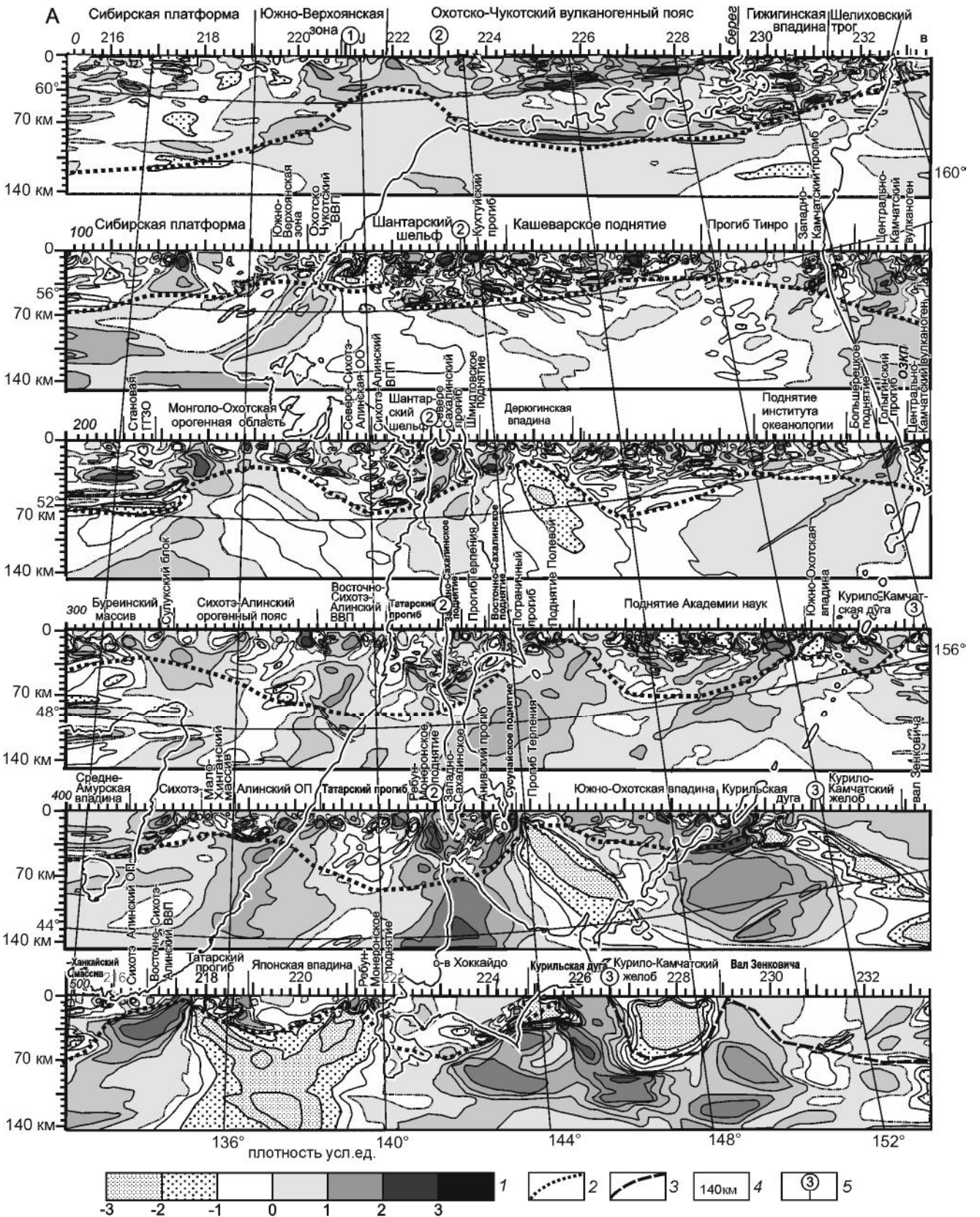
Наличие корово-мантийного блока повышенной плотности в пределах Сибирской платформы, вероятно, свидетельствует о ее деструкции, литосфера ее подверглась изменениям под влиянием мантийных процессов (мантийный плюм). Локальный подъем мантии повышенной плотности в пределах Шелиховского трога лучше, по-видимому, отражает процесс формирования самого трога. На профиле выделяется значительное количество горизонтальных границ, особенно в пределах Гижинской впадины и Шелиховского трога. Совокупность границ представляет собой моноклиналичную структуру с падением в сторону ОЧВП. В пределах центральной части под ОЧВП выделяется три таких границы: нижняя – предположительно подошва литосферы, верхняя – подошва земной коры, между которыми выделяется слой повышенной плотности в литосфере неясной природы.

Разрывные нарушения в пределах разреза имеют в основном северо-западное и северо-восточное направления. При этом северо-восточные – более пологие и уходят под более древние структуры, что, вероятно, характеризует их как субдукционные, в то время как северо-западные – более крутые, блок разделяющие, сдвиговые, что больше указывает на коллизийный режим их формирования.

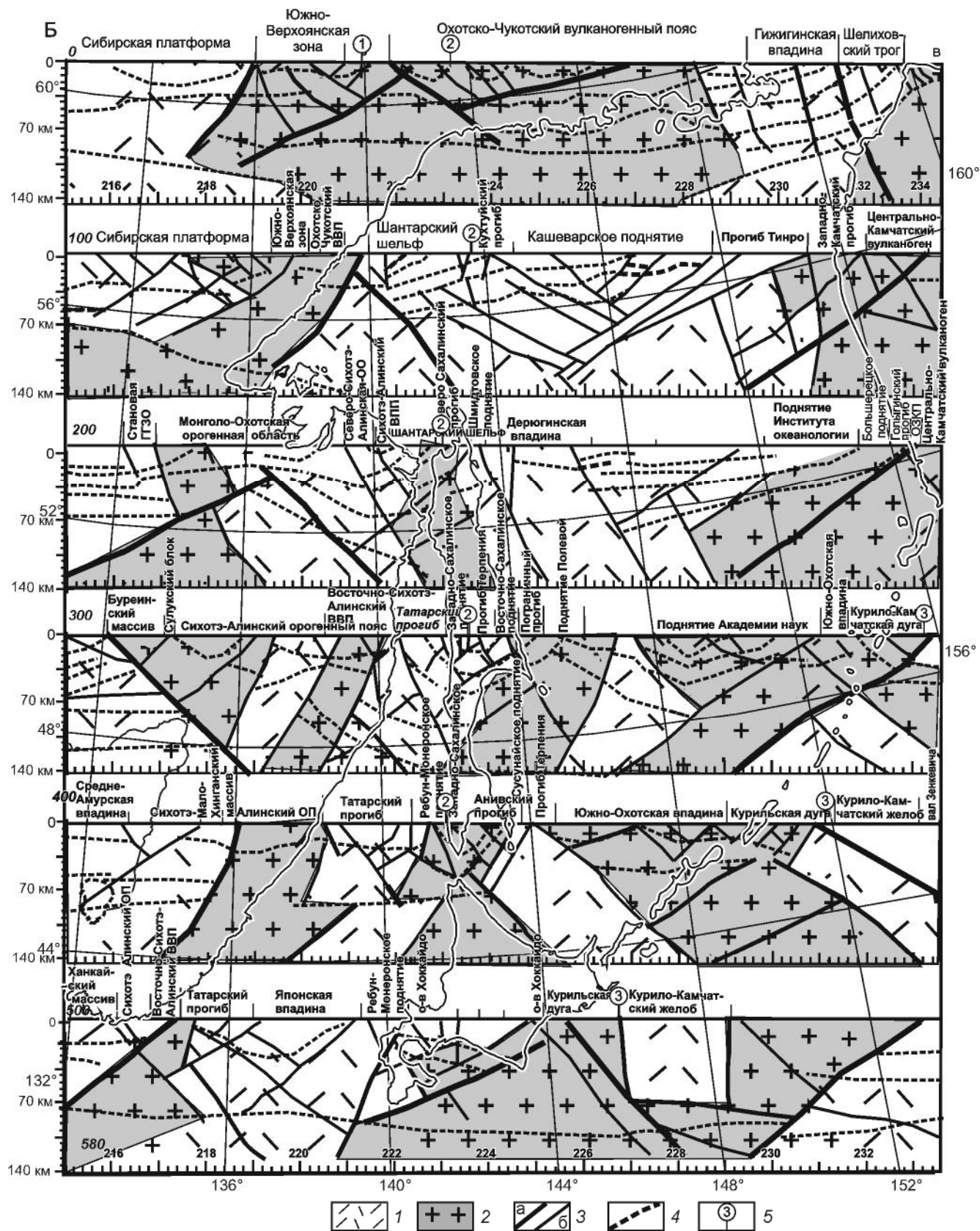
*Профиль 100.* Для всей охотоморской части разреза характерна мантия повышенной плотности. Тектонические элементы с пониженной плотностью блоков наблюдаются на западе и на востоке, в пределах континента и Камчатского полуострова. Среди блоков высокой плотности заметно воздымание от центральной части разреза к краям акватории (Шантарскому шельфу и прогибу Тинро).

Среди особенностей верхней части разреза выделяется коровая структура пониженной плотности в районе Кашеварского поднятия. Наличие такого объекта синклиналичного типа подтверждает и полученная картина разрывных нарушений, на которой северо-восточные нарушения восточного борта и северо-западные дизъюнктивы западного борта падают в сторону Охотского моря. Горизонтальные границы на профиле лучше всего выражены на склоне от Кашеварского поднятия к Шантарскому шельфу. Они представляют собой моноклинали с падением в сторону континента.

Континентальный западный блок представляет собой корово-мантийную структуру разуплотнения, осложненную локальными элементами повышенной плотности, которые нарушают первичную литосферу. Локальные подъемы низкоплотной мантии характерны для ОЧВП и восточной части Сибирской платформы, а высокоплотной – для Шантарского шельфа. Для



**Рис. 4.** Проявленность основных тектонических структур области сочленения континент–океан в плотностной модели. А – расчетная плотностная модель: 1 – шкала относительной плотности. Нижняя граница дифференцированного плотностного разреза: 2 – в пределах континента и внутренних морей, 3 – в пределах океана, 4 – глубина разреза, 5 – положение системы нарушений согласно тектонической схеме: 1 – Амуро-Шантарская, 2 – Хоккайдо-Сахалинская, 3 – Курило-Камчатская.



Б – блоково-слоистая структура территории на основе плотностной модели: 1 – блоки повышенной плотности; 2 – блоки пониженной плотности; 3 – разрывные тектонические структуры: а – главные, б – прочие; 4 – горизонтально-слоистые границы раздела в плотностных разрезах, 5 – положение системы нарушений согласно тектонической схеме: 1 – Амуро-Шантарская, 2 – Хоккайдо-Сахалинская, 3 – Курило-Камчатская.

континентальной части разреза профиля 100, так же как и профиля 0, преобладающими являются коровые разломы северо-восточного направления с падением под континент. Наряду с этим на разрезе лучше выражены и разломы северо-западного направления. Вероятно, северо-восточные разломы отражают субдукционную динамику, в то время как северо-западные – более поздние коллизионные процессы, связанные с встречным движением Охотской и Евразийской плит.

*Профиль 200.* Сложность разреза обусловлена тектоническим строением вдоль траверса: на западе – сочленение Сибирской платформы со Становой и Монголо-Охотской орогенными областями; на краю континента – сочленение Сихотэ-Алинской и Хоккайдо-Сахалинской орогенных областей; центральная и восточная части – Охотоморская плита и ее сочленение с тектоническими элементами Камчатского полуострова.

Среди сложного сочетания блоков различной плотности на разрезе профиля 200, как и на профиле 100, контрастно выделяется корово-мантийная структура повышенной плотности. Она также занимает центральную часть разреза, но имеет более сложное строение, поскольку разбита на блоки, что подчеркивается не столько изменением плотности, сколько картиной разрывных нарушений. Ее фланги значительно расширились: западный фланг уходит в пределы Северо-Сихотэ-Алинской и Монголо-Охотской орогенных областей; восточный заканчивается поднятием Института океанологии на границе с Камчатским полуостровом. Центральную часть структуры занимают два контрастных блока: пониженной плотности – соответствует Северному Сахалину и Сихотэ-Алинскому ВПП (вулcano-плутоническому поясу); повышенной плотности – Дерюгинской впадине.

Сочленение Монголо-Охотской и Северо-Сихотэ-Алинской орогенных областей проходит по пологому северо-восточному разлому с падением под Монголо-Охотский ороген, что не противоречит его субдукционной природе. В пределах Монголо-Охотской орогенной области развиты преимущественно северо-западные нарушения коровой природы. На востоке, начиная с поднятия Института океанологии и в прикамчатской области развит мантийно-коровый блок пониженной плотности, сменяющийся в пределах Центрально-Камчатского ВПП мантийным блоком повышенной плотности.

На данном разрезе горизонтальные границы проявлены в пределах Становой гранит-зеленокаменной области (ГЗО). В пределах Монголо-Охотской орогенной области слоистая структура представляет собой моноклираль, погруженную под Становую ГЗО.

Слоистая картина синклинальной формы наблюдается под сочленением Северного Сихотэ-Алиня и Северного Сахалина. В центральной части Охотоморья наблюдается моноклираль с погружением от Большерецкого поднятия в Охотское море. Среди важных элементов разреза наблюдаются несколько мантийных диапиров: под сочленением Монголо-Охотской орогенной области и Северного Сихотэ-Алиня на континенте, Дерюгинской впадине в Охотском море, Центрально-Камчатском вулканогене.

*Профиль 300.* Западный край профиля лежит на континенте в пределах Буреинского массива, восточный – в акватории Курило-Камчатской дуги. Плотностной разрез в большей степени, чем профиля 200, характеризуется общим пониженным трендом плотности коры и мантии. В плотностных характеристиках разреза центральная мантийная структура повышенной плотности, аналогичная таковой на профилях 100 и 200, не просматривается. Следы этой структуры проявлены в картине разрывных нарушений, по которым ее западный фланг воздымается к Буреинскому массиву, а восточный к Курило-Камчатской дуге. Структура имеет сложное внутреннее строение, выраженное в чередовании блоков пониженной и повышенной плотности. Области пониженной плотности, видимо, связаны с относительно молодыми магматическими процессами, в частности, в Восточно-Сихотэ-Алинском ВПП, поднятии Полевой, поднятии Академии наук. Еще одной особенностью литосферы описываемой структуры является то, что она достаточно насыщена относительно мелкими неоднородностями повышенной плотности.

Слоистые образования синклинального типа развиты в пределах поднятия Академии наук, Татарском прогибе, острове Сахалин. На востоке в пределах Курило-Камчатского желоба выделяется область, для которой характерно полосчатое строение: верхняя часть горизонтально слоистая с повышенной плотностью литосферы подпирается блоком пониженной плотности, а последний опять блоком повышенной плотности. Сами блоки и разделяющие их нарушения имеют северо-западное направление и мантийное заложение. Восточно-Сихотэ-Алинский ВВП и западная часть Татарского пролива являются местом стыковки северо-восточных континентальных разломов с северо-западными тихоокеанскими.

В континентальной части за пределы центральной структуры попадает только западная часть, представленная Туранским блоком Буреинского массива, который имеет повышенную плотность коры и мантии, характеризуется горизонтальной слоистостью. Разрывные нарушения этой части преимущественно северо-восточные, за исключением разлома, ограни-

чивающего Туранский блок, имеющего северо-западное направление и падение под Сихотэ-Алинский орогенный пояс.

*Профиль 400.* Западная граница профиля лежит в Среднеамурской впадине, восточная – в пределах вала Зенкевича. Плотностной разрез вдоль профиля имеет еще более пониженный тренд плотности в сравнении с ранее рассмотренными профилями как на мантийном, так и на коровом уровне. Области повышенной плотности зафиксированы на границе Курильской дуги и Курило-Камчатского желоба, на границе прогиба Терпения и Южно-Охотской впадины, в центральной части Татарского пролива. Последняя имеет субвертикальное залегание, в то время как первые два наклонены: один – под Южно-Охотскую впадину, второй – под Курило-Камчатский желоб. Границы блоков, слагающих разрез, выделяются значительно контрастнее, чем на предыдущих профилях, что свидетельствует о смене характера плотностных неоднородностей. Горизонтально-слоистые границы выражены фрагментарно, больше – на континенте, меньше – в морских акваториях. На сочленении Ребун-Монеронского поднятия и Западного Сахалина выделяется коровая слоистая структура синклинального типа. На профиле изменяется также и характер разрывной тектоники. Если картина разрывной тектоники на предыдущих профилях подчеркивала вогнутый характер центральной мантийной структуры, то в разрезе этого профиля наблюдается структура выпуклого типа. Ее западная граница проходит по Центрально-Сахалинскому разлому, восточная – по разлому на границе Курильской дуги и Курило-Камчатского желоба. Стык северо-восточных континентальных и северо-западных океанических разломов наблюдается в юго-западной области острова Сахалин и в морской акватории (район Курильской дуги).

*Профиль 500.* Западный край профиля лежит на континенте, в пределах южного Приморья, восточный – простирается в Тихий океан, за Курило-Камчатский желоб. По характеру выраженности плотностных неоднородностей он близок к профилю 400, но имеет более сложное строение. Наиболее контрастно проявленная структура разреза – высокоплотный блок под котловиной Японского моря. Япономорский максимум имеет два контрастно выраженных подъема: один – в восточной части Японского моря, другой – в районе Ребун-Монеронского поднятия. Между ними – Япономорский прогиб с менее плотными образованиями. Еще одна положительная аномалия соответствует Курило-Камчатскому желобу. Обращает на себя внимание, что эта аномалия на глубине 70 км срезана областью пониженной плотности в мантии, которая

проявлена в коре на западном фланге в виде Курильской дуги, а на восточном – в виде вала Зенкевича.

В западной части разреза хорошо выделяется низкоплотный блок на границе Восточно-Сахалинского ВПП и Татарского пролива. Еще один крупный блок с пониженной плотностью мантии находится на области контакта острова Хоккайдо и Курильской дуги. Плотностной минимум блока северо-западным сдвигом разделен на две части: восточная – приподнята и выходит на поверхность, западная – погружена под остров Хоккайдо. Литосфера под островом Хоккайдо имеет мозаичное строение, разбита литосферными разломами на мелкие блоки.

Морская часть профиля по структуре аномалий делится на две части: западную, прилегающую к Курильской дуге (Курило-Камчатский желоб), которая сохраняет структуру океанических неоднородностей, и восточную, отделенную Курило-Камчатской системой нарушений. Литосфера восточной части похожа на континентальную литосферу Сихотэ-Алиния и острова Хоккайдо. Для нее характерны более мелкие и менее контрастные горизонтально-слоистые неоднородности. Другой особенностью разреза профиля является наличие на глубине 70–80 км сплошной горизонтальной границы, природа которой не совсем понятна. Разломная тектоника подчеркивает существование в восточной части разреза выпуклой (антиклинальной) структуры в продолжении профиля 400, где западная ее граница находится вблизи континента, а восточная – в районе Курильской гряды. На крайнем востоке профиля, в отличие от профиля 400, полностью меняется структурный план нарушений.

Для более уверенной интерпретации плотностной модели был составлен интерпретационный рисунок 5 А, где приведены результаты моделирования по дополнительным профилям. Из рисунков видно, что количественное соотношение блоков пониженной и повышенной плотности, как и их площади, на территории сопоставимо. Несколько выпадает только восток и юго-восток региона, которые имеют более низкий уровень плотностей.

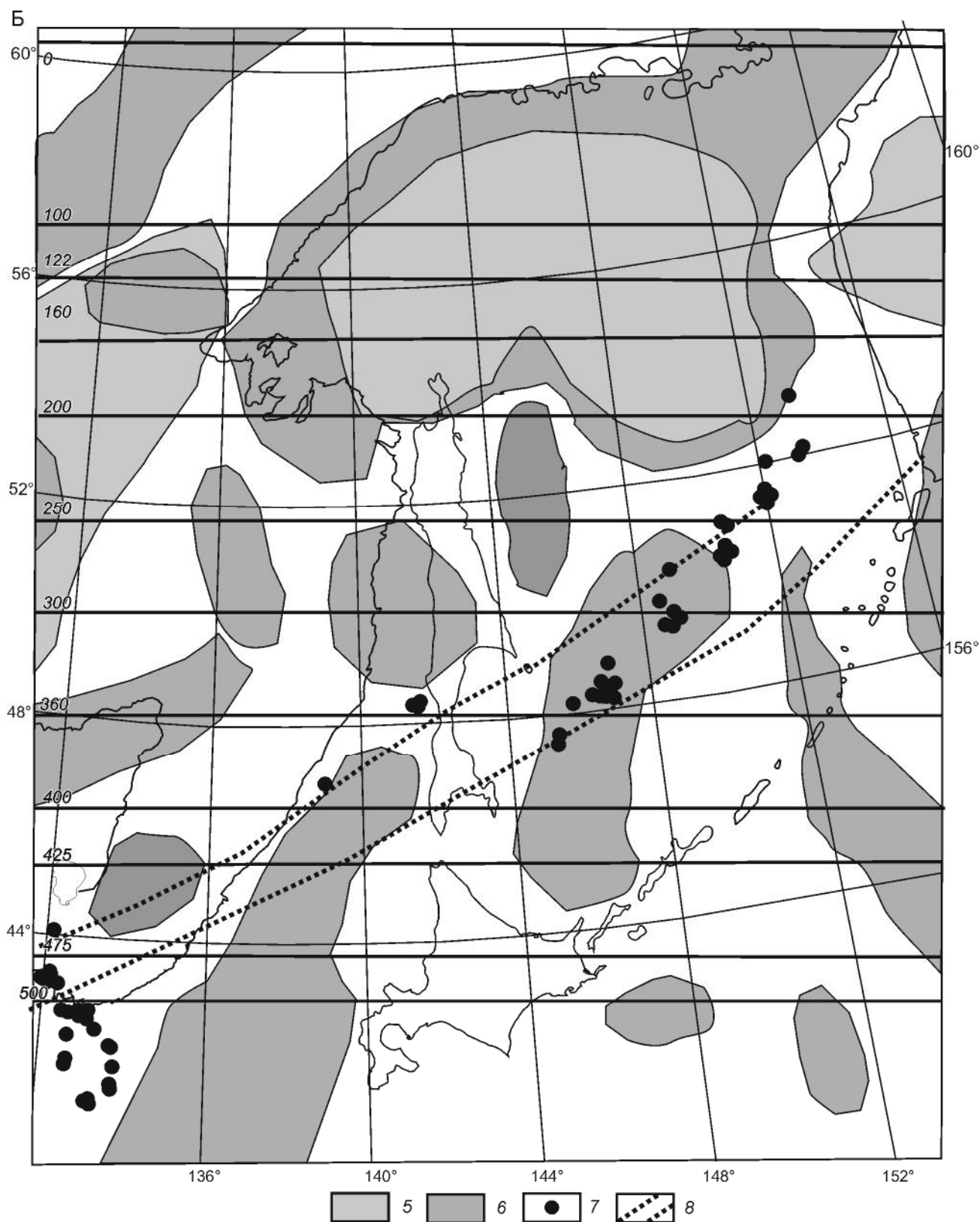
Рисунок 5 Б показывает распределение областей высокой плотности на поверхности. Подавляющее количество областей региона линейно вытянуты. Среди них заметно выделяется изометричная структура в северной части Охотского моря, образование которой некоторыми исследователями связывается с формированием кайнозойского Центрально-Охотского плюма [18].

В южной части площади линейные области повышенной плотности ориентированы по радиусу к центру изометричной структуры Охотского моря,









**Рис. 5.** Основные неоднородности литосферы региона. Распределение на площади областей аномальной плотности (Б). 5 – высокой плотности; 6 – повышенной плотности; 7 – глубокофокусные землетрясения; 8 – граница деформации направленности плотностных аномалий.

создавая вместе как бы единую систему. В северной части такой картины не наблюдается – аномалии ориентированы в разных направлениях.

По линии южное Приморье – южный Сахалин – южная Камчатка, т.е. по линии смены уровня дисперсии (рис. 3 Б), для южных блоков наблюдается деформация направления южных блоков с разворотом на северо-восток. Сопоставление направления тектонических элементов поверхности и глубинных неоднородностей показывает, что их структурные планы большей частью не совпадают, что подтверждает гипотезу всеобщей относительной подвижности концентрических оболочек Земли, согласно которой «...каждая из оболочек составляет автономную динамическую систему» [20].

#### ВЫВОДЫ

1. Для большей части рассматриваемой территории, как на континенте, так и в пределах морской акватории, характерна континентальная литосфера. Выделяемые разуплотнения контролируют области современного деструктивного тектогенеза (Становой, Баджалский, Сихотэ-Алинский, Южно-Сахалинский, Западно-Камчатский блоки), связанного с орогенезом или внутриплитным интрузивным магматизмом. Блоки повышенной плотности литосферы соответствуют областям с конструктивным рифтогенезом (Алданский, Шантарский, Средне-Амурский, Дерюгинский, Шелехова-Тинро).

2. Горизонтально-слоистое распределение плотностных неоднородностей характерно для древних метаморфогенных структур (Сибирская платформа, Буреинский и Ханкайский массивы), в палеозойских, мезозойских и кайнозойских складчатых системах. Горизонтально-дискордантное распределение плотностных аномалий характерно для литосферы океанического типа.

3. Среди региональных особенностей литосферы региона отчетливо выделяется крупная структура синклинального типа в центральной части Охотского моря (профили 100, 200, 300), вероятно, достаточно молодая, так как имеет связь с кайнозойским рельефом и контролируется системой поднятий. Области повышенной плотности в пределах вышеуказанной структуры, вероятно, являются провесами (плотными образованиями) более ранних тектонических элементов.

4. В пределах морской акватории проявлены две крупные глубинные структуры: в северном блоке – повышенной плотности (профили 0–300), в южном – пониженной плотности (профили 300–500), формирование которых, вероятно, обусловлено деструктивными и конструктивными процессами, соответственно.

5. Области мантийного заложения, повышенной или пониженной плотности, дискордантные основ-

ным тектоническим структурам разреза, по мнению авторов, являются мантийными диапирами.

6. Диапировые объекты высокой плотности выявлены: на границе Сибирской платформы и Южно-Верхоянской зоны (профили 0, 100); границе Охотский массив – Шантарская зона (профиль 100); в области сочленения Монголо-Охотской и Северо-Сихотэ-Алинской складчатых областей (профиль 200); на сочленениях Олюторско-Западно-Камчатского прогиба с Центрально-Камчатским вулканогеном (профиль 200), Сихотэ-Алинского орогенного пояса с Восточно-Сихотэ-Алинским ВПП (профиль 300). В пределах морской акватории высокоплотностные области отвечают расположению депрессионных структур: Гижинской, Тинро, Дерюгинской впадинам, прогибу в районе поднятия Академии наук, Южно-Охотской впадине, прогибу Терпения, Курило-Камчатскому желобу (профили 0–500), имеются в Татарском прогибе и впадине Японского моря (профили 300–500).

7. Диапиры пониженной плотности диагностируются в пределах Верхояно-Колымского (Южно-Верхоянская зона), Монголо-Охотского, Сихотэ-Алинского складчатых поясов, окраинного Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса. Наиболее контрастная область пониженной плотности прослеживается под Восточно-Сихотэ-Алинским вулканогеном, диагностируется на 4-х профилях 200–500. Начало ее на Северном Сахалине, где небольшим ответвлением уходит на континент, южная часть – проявлена в Татарском проливе вдоль Южного Приморья. Параллельно Восточно-Сихотэ-Алинской, картируется более короткая структура на профилях 300–500: от поднятий Полевой и Ребун-Монеронского на юге Сахалина до острова Хоккайдо. Еще один пояс подобных областей проявился по западному борту Охотского моря (профиля 0–500).

8. Современная картина дизъюнктивной тектоники – результат длительной эволюции региона. На разрезах сеть разрывных нарушений представлена сложно пересекающимися системами разломов северо-восточного и северо-западного направлений. Вертикальные разломные системы на разрезах проявлены слабо.

9. Для северо-западной части территории более характерны пологие, падающие под более древние структуры нарушения (профили 0–200), преимущественно северо-восточной направленности, вероятно, связанные с субдукционными процессами. На остальной части подобные нарушения являются элементами блокировки двух основных глубинных структур: на севере – синклинального типа (профили 0–300), на юге – антиклинального типа (профили 400, 500). За пределами Курильской дуги, на крайнем юго-востоке

территории картина нарушений заметно меняется, и это предмет для дальнейшего исследований.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведенные исследования позволили уточнить дизъюнктивную тектонику региона и выявить особенности проявленности нарушений на глубине.

2. Геологические процессы, происходившие в недалеком прошлом в пределах морских акваторий, затрагивали и прилегающую часть континента.

3. Несоответствие полученных данных изучения гравиметрических материалов и современных представлений о тектонике региона позволяет наметить проблемные места для дальнейшего изучения.

4. Полученная плотностная модель может послужить основой для дальнейших геодинамических реконструкций.

5. Последующая интерпретация плотностной картины в разрезе литосферы позволит оценить проявленность конструктивных и деструктивных процессов для разных территорий региона.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ИГиГ ДВО РАН.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Геология и нефтьгазоносность Охотско-Шантарского осадочного бассейна / В.Г. Варнавский, А.Э. Жаров, Г.Л. Кириллова и др.). Владивосток: ДВО РАН, 2002. 148 с.
- Гранник В.М. Сопоставление структурных элементов Сахалина и Хоккайдо // Докл. АН. 2005. Т. 400, № 5. С. 654–659.
- Дапенг Жао, Франко Пирайно, Люси Лиу. Структура и динамика мантии под Восточной Россией и прилегающими регионами // Геология и геофизика. 2010. Т. 51, № 9. С. 1188–1203.
- Злобин Т.К. Строение земной коры Охотского моря и нефтьгазоносность ее северо-восточной (прикамчатской) части (по сейсмическим данным). Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2002. 98 с.
- Иволга Е.Г., Романовский Н.П., Гурович В.Г., Манилов Ю.Ф. К вопросу о глубинном строении области сочленения Северо-Сихотэ-Алинской и Северо-Сахалинской складчатых структур // Тихоокеан. геология. 2013. Т. 32, № 5. С. 78–88.
- Иволга Е.Г., Манилов Ю.Ф. Разрывная тектоника области сочленения континент-океан юга Российской части Восточной Азии // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: Третья Всерос. науч. конф.: Сб. докл. в 2 томах. Благовещенск: ИГиП ДВО РАН, 2014. Т. 1. С. 21–25.
- Карсаков Л.П., Чжао Чуньцин, Малышев Ю.Ф. и др. Тектоника, глубинное строение магматизма области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов: Объясн. зап. к Тектонической карте 1: 1 500 000. Владивосток-Хабаровск, 2005. 263 с.
- Красный Л.И. Глобальная система геоблоков. М.: Недра, 1984. 223 с.
- Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Прошкина З.Н. Сравнительный анализ сейсмических и плотностных моделей земной коры Центральных Курил // Тихоокеан. геология. 2015. Т. 34, № 6. С. 45–56.
- Лаверов Н.П., Лаппо С.С., Лобковский Л.И., Баранов Б.В., Кулинич Р.Г., Карп Б.Я. Центрально-Курильская «брешь»: строение и сейсмический потенциал // Докл. АН. 2006. Т. 408, № 6. С. 1–4.
- Малышев Ю.Ф., Манилов Ю.Ф., Гурьянов В.А. Глубинное строение восточной части Северо-Азиатского кратона по результатам интерпретации данных геопотенциальных полей // Литосфера. 2014. № 2. С. 144–151.
- Манилов Ю.Ф. Особенности глубинного строения юго-восточной части Аргуно-Мамынского массива (по геофизическим данным) // Тихоокеан. геология. 2010. Т. 29, № 6. С. 39–48.
- Мартынов Ю.А., Голозубов В.В., Ханчук А.И. Мантийный диапиризм в зонах конвергенции литосферных плит (Японское море) // Геология и геофизика. 2016. Т. 57, № 5. С. 947–961.
- Никитин А.А., Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизической информации: Учебное пособие, 2-е издание. М.: ООО «Центр информационных технологий в природопользовании», 2010. 114 с.
- Никифоров В.М., Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Дмитриев И.В., Старжинский С.С., Шкабарня Г.Н. Особенности флюидного режима литосферы в зоне сочленения Южного Приморья и Японского моря по комплексу геофизических данных // Тихоокеан. геология. 2013. Т. 32, № 1. С. 54–64.
- Объяснительная записка к тектонической карте Охотоморского региона. 1:2 500 000 М / Отв. ред. Н.А. Богданов, В.Е. Хаин. М.: Ин-т литосферы окраинных и внутренних морей, 2000. 193 с.
- Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозой Северо-Восточной Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 190 с.
- Петрищевский А. М., Злобин Т. К. Плотностная неоднородность тектоносферы Охотоморского региона // Ученые записки Сахалинского государственного университета: Сб. науч. статей. Вып. 4 / Под ред. Т.К. Злобина Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2004. С. 10–20.
- Сеначин В.Н., Баранов А.А. Гравитационные аномалии коры и верхней мантии Центральной и Южной Азии // Geodynamics & Tectonophysics. 2016. V. 7, Is. 4. P. 513–528.
- Хаин В.Е. Расслоенность Земли и многоярусная конвекция как основа подлинно глобальной геодинамической модели // Докл. АН СССР. 1989. Т. 308, № 6. С. 1437–1440.
- Хаин В.Е., Балуховский А.Н. Историческая геотектоника. Мезозой, кайнозой. М.: Авиар, 1993. 451 с.
- Ханчук А.И. и др. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2-х кн. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. 572 с.
- Ханчук А.И., Мартынов Ю.А. Тектоника и магматизм границ скольжения океанических и континентальных литосферных плит // Геологические процессы в зонах субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит: Материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Владивосток: Дальнаука, 2011. С. 45–49.
- Харахинов В.В. Нефтегазовая геология Сахалинского региона. М.: Науч. мир, 2010. 276 с.

25. Baranov A.A. A new crustal model for Central and Southern Asia // *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. 2010. V. 46, N 1. P. 34–46. <https://link.springer.com/journal/11486>
26. Bassin C., Laske G., Masters G. The current limits of resolution for surface wave tomography in North America // *EOS, Trans. Am. Geophys. Union* 2000. 81. F897.
27. Shigenori Maruyama, Yukio Isozaki, Gaku Kimura, Masaru Terabayashi. Paleogeographic maps of the Japanese Islands: Plate tectonic synthesis from 750 Ma to the present / *Orogeny of the Japanese Islands. Selected papers from // The Island Arc*. 1997. V. 5–6.

*Рекомендована к печати Р.Г. Кулиничем  
после доработки 19.04.2019 г.  
принята к печати 08.07.2019 г.*

*E.G. Ivolga and Yu. F. Manilov*

**The structural-density model of the lithosphere of the continent-ocean transition zone in the southern Far East of Russia**

A quantitative gravity data processing is carried out and a 3D density model is calculated for the southern part of the Russian continental margin of the Eurasian continent. Based on the gravity data interpretation, a series of sketch-maps of the faults is compiled for different depths and the location of the study area is shown with respect to the global tectonic structure of the region. It is established that the transition zone is an integrated northeast-trending lithospheric structure where the mantle blocks are distinguished whose boundaries correspond to the borders of depressions and major tectonic objects. The data obtained allow for the refinement of the deep structure and paleogeodynamics of the study area.

**Key words:** density model, lithospheric plate, tectonic structures, disjunctive systems, gravity field, gravity anomalies, density inhomogeneities, Far East of Russia.