

УДК 551.4.012→551.24 (265.5+510+571.6)

© 2018 г. Л.А. ИЗОСОВ^{1,*}, В.И. ЧУПРЫНИН²,
Ю.И. МЕЛЬНИЧЕНКО¹, Н.С. ЛИ¹**МОРФОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ РЕШЕНИИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ВОСТОКА АЗИИ**¹*Тихоокеанский океанологический институт имени В.И. Ильичева ДВО РАН,
Владивосток, Россия*²*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия***E-mail: izos@poi.dvo.ru*

Поступила в редакцию 21.02.2017

Окраинные моря Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент-океан рассматриваются как вихревые структуры. В Япономорском регионе (ЯР) применение линеаментного анализа (комплекса геоморфологических, геологических и геофизических методов) позволило выявить в континентальной части Япономорского региона рудоконтролирующие зоны (эндогенного оруденения, месторождений алмазов и др.), скрытых разломов фундамента и магматических очаговых структур, а на дне Японского моря разломных структур. В регионе: 1) выявлены три литосферные вихревые морфоструктуры — Япономорская (ЯМ), Нижнеамурская (НА) и Сунляо (СЛ), 2) выделены два структурных этажа: мантийный и литосферный, включающие, соответственно, тектонический каркас и вихревые структуры, тесно связанные с подстилающей астеносферой. ЯМ морфоструктура отражает процесс раскрытия Японского моря — как результат взаимодействия Евроазиатской и Тихоокеанской плит; НА — соответствует межгорная впадина, с которой на западе сочленяется нефтегазоносная депрессия Сунляо вихревого типа. В ЯР развиты нефтегазоносные мезокайнозойские осадочные бассейны, представляющие литосферные вихри. Линеаментный анализ позволит по-новому прогнозировать характер миграции углеводородов в земной коре и выявлять предполагаемые места их скопления. Этот метод может быть использован в процессе подготовительного этапа при исследовании нефтегазоносности Западно-Тихоокеанских окраинных морей, а также Арктических бассейнов.

Ключевые слова: линеаменты, морфоструктуры, тектоника, эндогенное оруденение, алмазы, нефтегазоносность.

DOI: 10.7868/S0435428118040016

**MORPHOSTRUCTURAL ANALYSIS IN SOLVING GEOLOGICAL PROBLEMS
OF EASTERN PART OF ASIA**L.A. IZOSOV¹, V.I. CHUPRYNIN², YU.I. MELNICHENKO¹, N.S. LEE¹¹*Pacific Institute of Oceanology FEB RAS, Vladivostok, Russia*²*Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok, Russia***E-mail: izos@poi.dvo.ru*

Central-type morphostructures with continental, intermediate and oceanic types of Earth crust were designated in the continental margin in the East Asia in the last decades. In the initial stages of the study of the Japan Sea region (JR) structural interpretation of topographic and satellite imagery was carried out to identify ore control (endogenous mineralization, diamonds, etc.) zones hidden basement faults and magmatic focal

structures and fault systems on the continent and on the bottom of the Sea of Japan. In these studies, lineament analysis was performed based on the complex of geomorphological, geological and geophysical methods and geological mapping. Later it was successfully used in the development of models for the formation of marginal seas of the Western-Pacific continent – ocean transition zone, which are regarded as lithospheric vortex structures. In the JR: 1) three vortex morphostructures were recognized – the Japan Sea (JS), Nizhneamur (NA) and Sunlyao (SL), 2) two structural units were found: the lithospheric and mantle ones, comprising, respectively, the tectonic frame and vortex structures, closely related to the underlying asthenosphere. The JS morphostructure reflects the process of opening of the Sea of Japan as a result of the interaction of the Eurasian and Pacific plates. NA was interpreted as an intermountain basin, bordered upon the Sunlyao vortex type oil and gas basin in the West. Oil and gas Mesozoic-Cenozoic sedimentary basins are developed in the JR, representing lithospheric vortexes. Lineament analysis offers new ways to predict the migration of carbohydrates in the Earth's crust and reveals the places of their accumulation. This method can be used in the process of the preparatory phase in the study of petroleum potential of the Western Pacific marginal seas and the Arctic basins.

Keywords: lineaments, morphostructure, tectonics, endogenous mineralization, diamonds, oil and gas.

“Наука не является, и никогда не будет являться законченной книгой ... Всякое развитие обнаруживается со временем всё новые и глубокие трудности”.

Альберт Эйнштейн

Введение

Благодаря работам многочисленных отечественных и зарубежных исследователей Япономорский регион (ЯР), включающий Японское окраинное море, его континентальное и островное обрамление, довольно хорошо изучен в геологическом отношении [1–5 и др.]. В пределах Восточной Азии в разные годы широко проводились структурно-геоморфологические исследования, в результате которых были выделены мегаморфоструктуры центрального типа (МЦТ) окраинно-материкового ряда [6, 7 и др.], с которой материкового, промежуточного и океанического типов. Они хорошо распознаются на космических снимках, на топографических и геологических картах концентрическими системами разломов и четко фиксируются на картах геофизических полей [4, 5 и др.]. Следует подчеркнуть, что Япономорская МЦТ также описана учеными из Пхенсонского Геологического института АН КНДР [8]. Было показано, что Западно-Тихоокеанские морфоструктуры центрального типа отвечают окраинным морям, которые сформировались преимущественно в кайнозой [1 и др.], и многими исследователями рассматриваются в последнее время как литосферные сейсмоактивные вихри (см. ниже).

В 60-х – 80-х гг. прошлого века, Е.А. Радкевич, М.А. Фаворская, И.Н. Томсон, И.К. Волчанская и др. [9–11] использовали методику дешифрирования рельефа земной поверхности и материалов космических исследований в Восточной Азии для выявления зон скрытых разломов фундамента, тектонических блоков и магматических очаговых структур, контролирующих размещение эндогенного оруденения. Наиболее детально исследования данного направления проводились в Приморье с целью установления тектонических ослабленных зон, служащих подводящими каналами для магматических расплавов, рудоносных “сквозьмагматических” растворов, а также алмазоконтролирующих структур и т.п. [2, 12 и др.].

Что касается ЯР, то он состоит из докембрийских блоков, спаянных разновозрастными мобильными поясами [2 и др.]. Основу его тектоники – одноименная вихревая структура, сформированная в результате раскрытия Японского окраинного моря [1, 2 и др.]. В пределах данной территории с помощью геоморфологических исследований выявлены следующие тектонические структуры: 1) Южно-Синегорская многокольцевая вулканотектоническая впадина, выполненная нижнепалеозойскими и средне-верхнепалеозойскими отложениями, вмещающие урановорудный Синегорский и флюорит-редкометалльный Вознесенский районы [12 и др.]. Дуговые и кольцевые разломы образовались в процессе формирования вулканотектонических депрессий и поднятий в раннем, среднем и позднем

палеозое [2, 12 и др.]. Региональные сдвиги широтного простираия (“азиатская система”) установлены по геолого-геофизическим данным [2, 10 и др.]. 2) Региональные алмазоконтролирующие разломные зоны (Корейско-Ханкайская и др.) [2].

Задачи исследований

Цель работы — анализ результатов многолетних геоморфологических, геологических и геофизических исследований ЯР, посвященных разработке новых подходов к решению как общих теоретических, так и прикладных задач тектоники, региональной и структурной геоморфологии. Для определения тектонической позиции ЯР нами проведено структурное дешифрирование рельефа западной части Тихого океана и его континентального обрамления по данным космической альтиметрии [13] и составлена морфо-структурная схема данного региона (рис. 1).

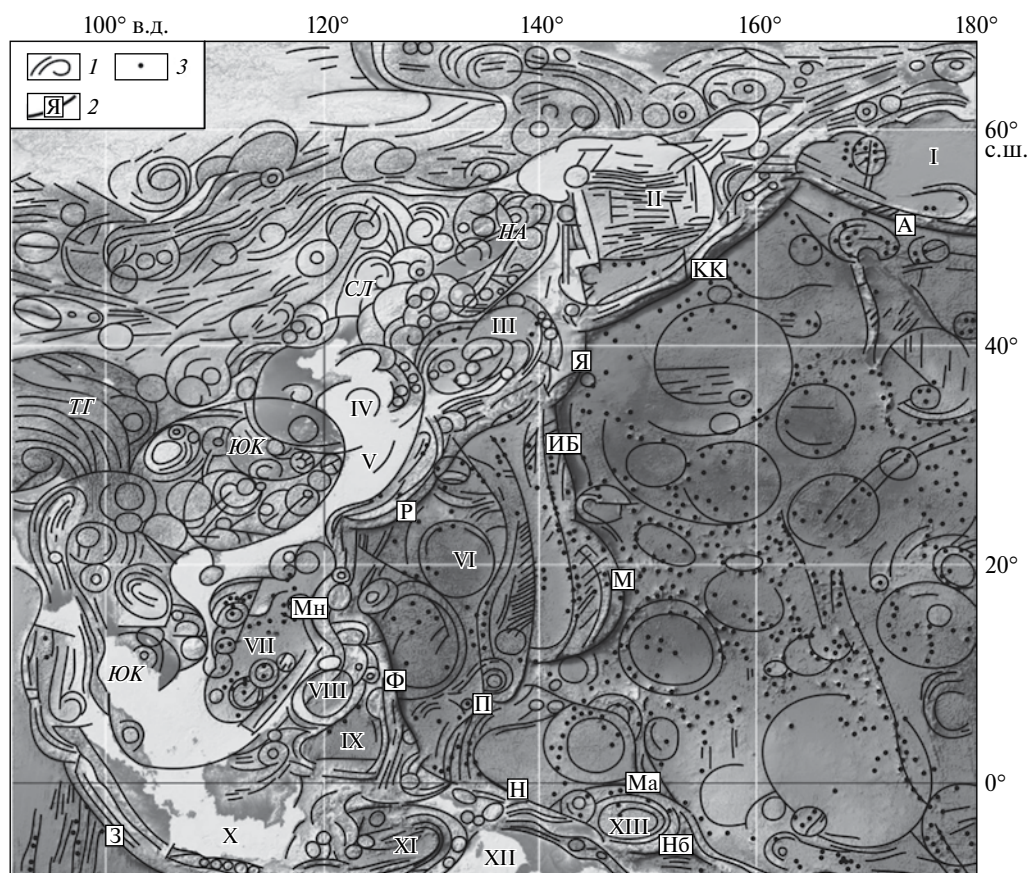


Рис. 1. Морфо-структурная схема западной части Тихого океана и его континентального обрамления
1 — линияменты; 2 — глубоководные желоба: А — Алеутский, КК — Курило-Камчатский, Я — Японский, ИБ — Идзу-Бонинский, Р — Рюкю, М — Марианский, Мн — Манильский, Ф — Филиппинский, П — Палау, Н — Новогвинейский, Ма — Манус, З — Зондский (Сунда), Нб — Новобританский; 3 — предположительно кайнозойские базальтовые щитовидные вулканические постройки.
Окраинные моря Тихого океана (цифры на схеме): I — Берингово, II — Охотское, III — Японское, IV — Желтое, V — Восточно-Китайское, VI — Филиппинское, VII — Южно-Китайское, VIII — Сулу, IX — Сулавеси (Целебесское), X — Яванское, XI — Банда, XII — Арафурское, XIII — Новогвинейское (Бисмарка).
Континентальные региональные вихревые морфо-структуры: НА — Нижнеамурская, СЛ — Сунляю, ЮК — Южно-Китайская, ТГ — Тибетско-Гималайская

Поставленные задачи решались с помощью линеаментного анализа [14, 15 и др.], который на современном научном уровне представляет собой комплекс геоморфологических, геологических, геофизических и других методов геологического картирования.

Термин “линеамент” был предложен американским геологом У. Хоббсом для обозначения линейно вытянутых элементов рельефа и геологической структуры [14]. Линеаментный анализ широко применялся при тектонических исследованиях и поисках полезных ископаемых также и другими зарубежными исследователями [16–18], обычно использовавшими термин “линеамент” в основном в понимании У. Хоббса, то есть как прямолинейный элемент рельефа. В настоящее время линеаменты обычно рассматриваются как линейные, дугообразные или кольцевые элементы рельефа, связанные с глубинными разломами и зонами повышенной трещиноватости в отложениях осадочного чехла, отражающих разломы фундамента [9, 11, 15]. В частности, в “Четырехязычном энциклопедическом словаре терминов по физической географии” И.С. Шукина (М.: Сов. энциклопедия, 1980. 703 с.) дается практически аналогичное определение линеаментов: “... линейные или дугообразные структурные элементы планетарного значения, обычно представляющие зоны разломов, различным образом выраженные в рельефе и структуре на всем своем протяжении”.

Активные разрывные нарушения также трассируются линейно ориентированными зонами сосредоточения эпицентров землетрясений (сейсмолинеаментами) [19, 20]. На мелкомасштабных и региональных космofотоснимках с высокой разрешающей способностью, а также картах рельефа континентов и океанов, составленных по данным спутниковой альтиметрии [13], охватывающих огромные территории, четко проявляются как линеаменты, так и многочисленные изометрические морфоструктуры кольцевого и вихревого типа. Хотелось бы отметить хорошую сходимость данных геологической интерпретации форм рельефа и геофизических данных — например, при выделении систем скрытых разломов фундамента [11], которые фиксируются геоморфологическими и гравитационными аномалиями [2, 21]. Что касается кольцевых морфоструктур, то они во многих случаях отражают результаты: 1) вулканогенной аккумуляции и вулканотектонических движений (вулканотектонические депрессии, кальдеры проседания, стратовулканы, экструзивы и т.п.) [12]; 2) становления интрузивных и вулканогенно-интрузивных куполов различной иерархии [2].

При морских экспедиционных геологических исследованиях Японского окраинного моря предшественниками получен огромный фактический материал [1 и др.]. Составленные ими карты линеаментов дна Японского моря, в основном, отражают регматическую сеть [16, 22–25 и др.], заложенную на мантийном уровне и имеющую ротационную природу. То есть, в ЯР была установлена долгоживущая глубинная разломная рама (тектонический каркас), которая в виде сквозных (трансрегиональных) линеаментов фиксируется линейными зонами градиентов на карте аномального гравитационного поля в редукции Буге [26].

В то же время, И.И. Берсеневым с соавторами [1] показано, что формирование Японского моря произошло в результате внедрения мантийного диапира, вращавшегося против часовой стрелки. Эти представления, на наш взгляд, послужили в дальнейшем основой для отнесения Западно-Тихоокеанских окраинных морей к типу литосферных вихревых структур [20, 27, 28 и др.]. Судя по данным А.Г. Родникова [29], под названными окраинноморскими бассейнами располагаются активные выступы астеносферы, из которых и поднимаются магматические диапиры. При этом само образование вихревых структур происходило в течение длительного (геологического) времени, когда литосфера ведет себя как вязкая жидкость.

Результаты и их обсуждение

Методика линеamentного анализа была применена нами во время проведения в Приморье крупно- и среднемасштабных геологических съемок, а также при тектонических и минерагенических исследованиях (уран, вольфрам, флюорит-редкометальное и колчеданное оруденение, алмазы) [21, 33 и др.]. Целью проведения данных работ было выявление магмоконтролирующих разломов фундамента [11] и кольцевых рудоконтролирующих структур, а также потенциально алмазоносных морфоструктур трубчатого типа [2, 12, 21, 31–33 и др.]. В начальные этапы изучения этих образований обычно проводилось геологическое дешифрирование топографических карт, дополненное результатами интерпретации геофизических материалов. Например, была составлена схема дешифрирования линейных элементов рельефа на топопланшетах м-ба 1:50 000–1:100 000 и размещения линейных градиентов гравитационного поля Южно-Синегорской впадины [2, 12]; (рис. 2). Тогда же Л.А. Изосовым были выделены так называемые “комбинированные структуры” [30], относящиеся к вихревому типу [27, 34 и др.], которые возникли в результате сочетания вращательных сдвиговых дислокаций, вулканотектонических проседаний и поднятий.

Линеamentы кольцевого типа служат возможными индикаторами структурных элементов вулканотектонических депрессий и поднятий, кальдер проседания, кольцевых

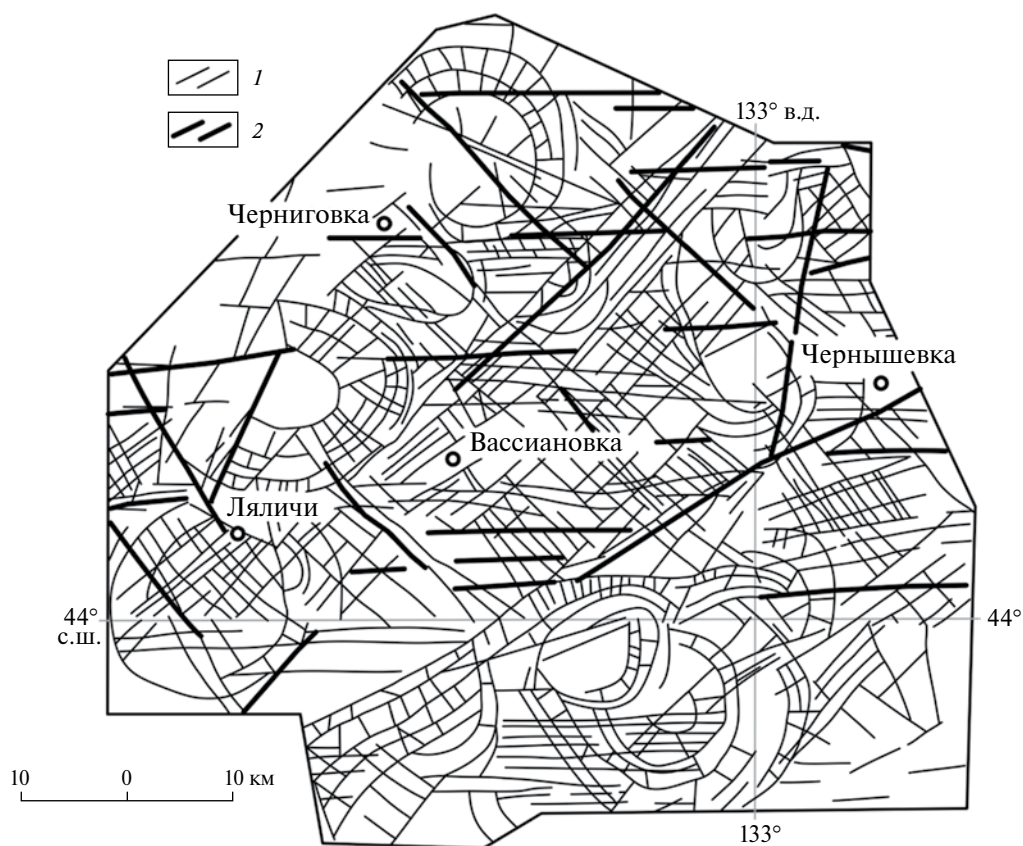


Рис. 2. Схема дешифрирования линейных элементов рельефа на топопланшетах м-ба 1:50 000–1:100 000 и размещения линейных градиентов гравитационного поля Южно-Синегорской вулканотектонической впадины [2]

1 – линейные элементы рельефа; 2 – линейные градиенты гравитационного поля

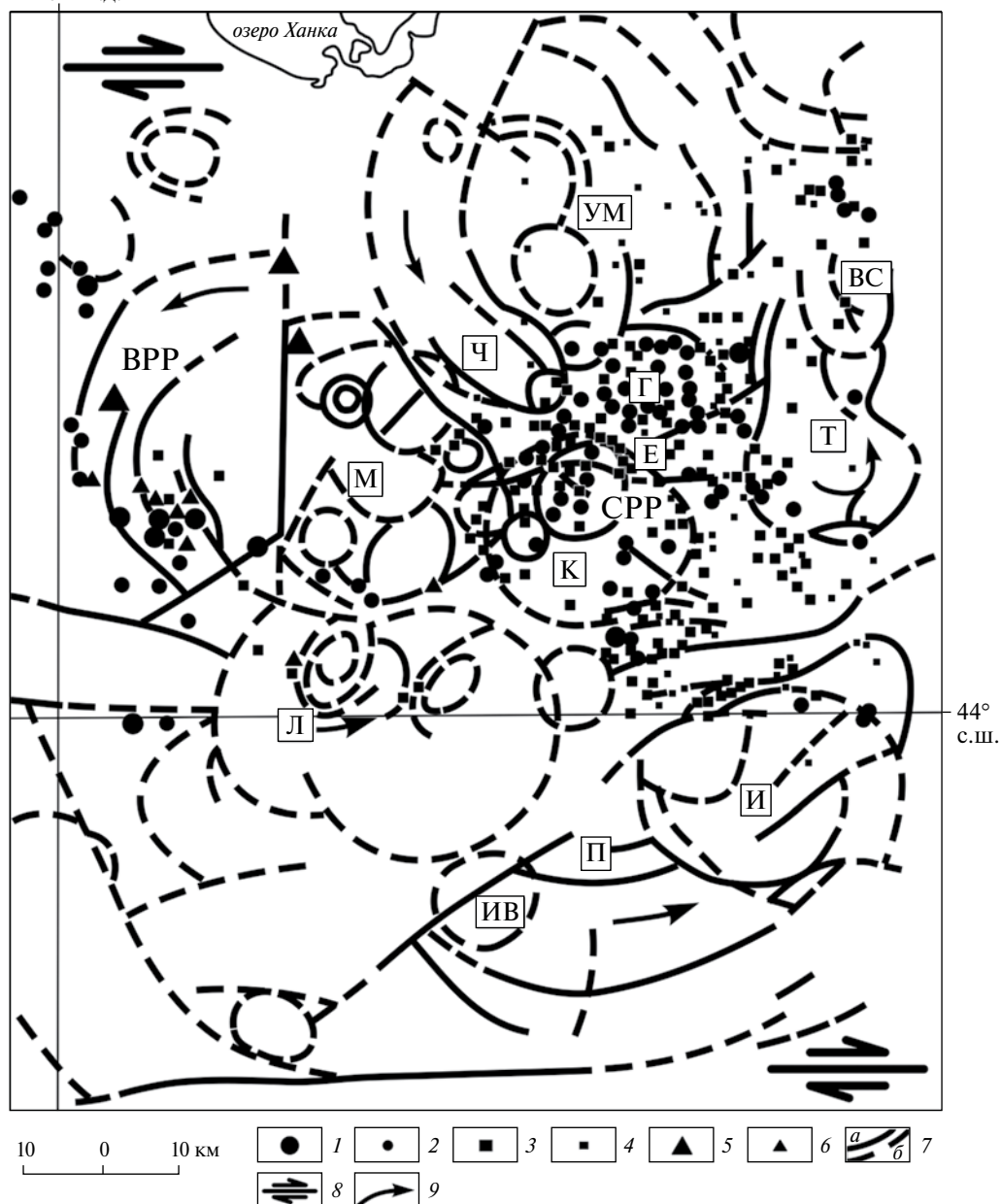


Рис. 3. Схема вулканотектонических структур Южно-Синегорской впадины и характер размещения проявлений рудной и нерудной минерализации в Вознесенском (ВРР) и Синегорском (СРР) рудных районах [12]

Рудная минерализация: 1 – урановые месторождения; 2 – крупные рудопоявления и аномалии радиоактивности; 3 – мелкие рудопоявления; 4 – пункты минерализации; редкометалльно-флюоритовые проявления; 5 – месторождения, 6 – рудопоявления; 7 – главные разломы (а – установленные, б – выделенные по геолого-геоморфологическим данным); вулканотектонические депрессии: М – Монастыришинская, Г – Грибнинская (Лунзенская), Л – Ляличинская, П – Потеринская, Т – Тихорешская, И – Известкинская, ИВ – Ивановская, Ч – Черниговская, ВС – Верхнесинегорская; вулканогенно-интрузивно-купольные поднятия: Е – Еловое, УМ – Усть-Медведицкое, К – Куйбышевское; 8 – сдвиги; 9 – направление вращения вулканотектонических структур

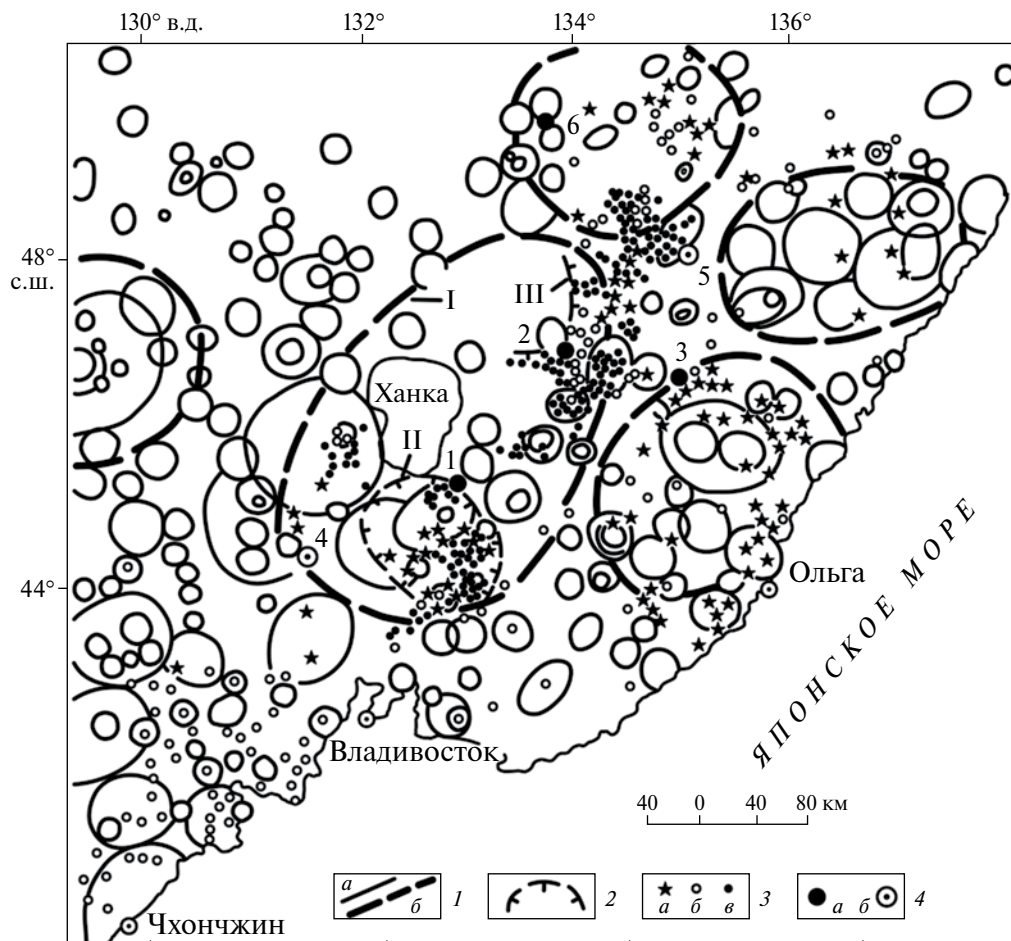


Рис. 4. Схема размещения кольцевых структур в Приморье и на прилегающих территориях Китая и Кореи [2]

1 – границы кольцевых структур преимущественно магматического происхождения (а) и неясного генезиса – возможно, полигенных вулканотектонических (б); 1 – Ханкайской; 2 – границы платформенных прогибов: II – Южно-Синегорского и III – Кабаргинского; 3 – вулканические аппараты установленные (а), отдешифрированные на космофотоснимках (б) и выделенные по данным радиолокационной съемки м-ба 1:100 000 (в); 4 – проявления алмазов: в коренных породах (а) и россыпях (б): Малоключевское (1), Курханское (2), Комсомольское, или Нангоу (3), Фадеевское (4), Незаметнинское (5) и Жаохэ (6)

магматических тел и вулканических жерловин, во многих случаях являющихся рудоконтролирующими [12, 21]; (рис. 3). При этом фотоаномалии так называемого “трубчатого” типа могут фиксировать эксплозивные трубки алмазоносных кимберлитов и родственных им пород [2]; (рис. 4).

При проведении многолетних морских экспедиционных работ ТОИ ДВО РАН на акваториях Западно-Тихоокеанских морских бассейнов были выделены морфоструктуры центрального типа, заверенные батиметрическими и геолого-геофизическими исследованиями [1, 4, 5, 24, 26 и др.]. В последние годы линейный анализ в качестве базовой методики успешно использован при разработке модели механизма формирования окраинных морей Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент – океан, которые выделяются как литосферные вихревые структуры [20, 27, 28 и др.] в понимании Ли Сы-Гуана [34].

На составленной нами морфоструктурной схеме западной части Тихого океана и его континентального обрамления (рис. 1) с использованием данных космической альтиметрии [13] выделяются сложно соподчиненные вихревые и кольцевые морфоструктуры различного ранга, причем в акватории Тихого океана фиксируются крупные и многочисленные мелкие кольцевые геоморфологические аномалии. По-видимому, первые отвечают вулканотектоническим структурам, а вторые — базальтовым вулканическим постройкам щитового типа. Структурный анализ данной схемы позволяет наметить ряд характерных особенностей морфотектоники западной части Тихого океана и его обрамления:

1. Прежде всего, здесь четко проявлена система Западно-Тихоокеанских окраинных морей, образующих зону перехода континент — океан и представляющих, в основном, вихревые морфоструктуры, закрученные против часовой стрелки [27]. Особняком в этом отношении стоит огромное Филиппинское море, заложенное на океанической коре [4, 35], в пределах которого выделяются вихревые морфоструктуры правого типа.

2. Судя по характерному рисунку линеаментов, в центре Охотского моря расположен прямоугольный блок, по-видимому, сложенный континентальной корой [36].

3. Также обращают на себя внимание Желтое и Восточно-Китайское моря, которые представляют собой единую вихревую систему, охватывающую также часть Северо-Восточного Китая, где на Ляодунском полуострове известны крупные промышленные месторождения алмазоносных кимберлитов [2], а также и островную дугу Рюкю. Таким образом, можно с известной долей условности поставить вопрос о возможном контроле проявлений алмазов кимберлитового типа Западно-Тихоокеанскими окраинно-континентальными морями.

4. Описанная выше морфоструктура частично перекрывается (интерференция) сложно построенным региональным Южно-Китайским вихрем правого типа.

5. В Южно-Китайском море выделяются мелкие морфоструктуры, в основном, левого типа, что свидетельствует о его сложном строении.

6. И, наконец, в юго-западной части рассматриваемой площади (40° с.ш.— 10° ю.ш.) просматривается глобальная морфоструктура, которая тянется в направлении с юга на север: море Банда (левый вихрь) — дуга Малых и Больших Зондских о-вов — Тибетско-Гималайская вихревая система левого типа [37, 38]. Представляется, что она фиксирует известную Экваториальную систему глобальных сдвигов, отнесенную М.В. Стовасом [39] к одной из зон критических параллелей, а также отражает взаимное проникновение литосферных и мантийных масс при взаимодействии Индо-Атлантического и Тихоокеанского сегментов Земли [40].

Следует отметить, что Южно-Китайский вихрь вместе со своими южными ветвями — полуостровами — Индокитайским и Малаккским — имеет сложное сочленение с Тибетско-Гималайской вихревой морфоструктурой (взаимное перекрытие) (рис. 1).

Таким образом, в целом, геологическая позиция ЯР определяется его положением в Западно-Тихоокеанской зоне перехода континент — океан, где окраинно-континентальные моря представляют собой вихревые структуры, сформированные в процессе бокового динамического взаимодействия Тихоокеанской и Евразийской литосферных плит [28]. На наш взгляд, в настоящее время довольно слабо изучен характер взаимодействия окраинных морей и континентальных структур центрального типа. Представляется, что это направление исследований весьма перспективно во многих аспектах.

Непосредственно в ЯР в пределах литосферы, тесно связанной в своем развитии с подстилающей ее астеносферой, нами выделяется три региональные вихревые морфоструктуры: Япономорская, Нижнеамурская и Сунляо (рис. 1). В строении нижележащего жесткого мантийного субстрата развиты глубинные разломы, образующие долгоживущий тектонический каркас, сформированный в результате быстрых хрупких деформаций.

Япономорская вихревая морфоструктура четко выделяется на картах: 1) аномального гравитационного поля в редукции Фая (аномалии “в свободном воздухе”) [41],

2) аномального магнитного поля [42] и 3) по данным космической альтиметрии [13], которые отражают, в целом, циклональную сейсмоактивную структуру Япономорской впадины [20].

Эта морфоструктура отражает процесс раскрытия Японского моря, в основном, в миоцене [43], в результате взаимодействия Евроазиатской и Тихоокеанской плит [28 и др.], спровоцировавшего развитие площадного базальтового вулканизма и интенсивной сейсмической активности [44, 20]. Кайнозойские базальтовые вулканические постройки в ряде случаев, могут быть сейсмоактивными, и являются так называемыми “сейсмическими кольцами” [20]. Примечательно, что вращательные движения фиксируются на Японских островах и по настоящее время [45].

Нижнеамурской вихревой морфоструктуре (рис. 1) соответствует межгорная впадина. С востока она ограничена хребтом Сихотэ-Алинь, который на севере (Охотоморское побережье) и на юге (Япономорское побережье) по дуге разворачивается в широтном направлении. Северо-западная и западная границы морфоструктуры – хребты Буринский и Турана. Характерно, что южный разворот хребта Сихотэ-Алинь фиксируется мощными гравитационными аномалиями типа “над ступенью” [46].

На западе с Нижнеамурской впадиной соседствует известная нефтегазоносная депрессия Сунляо [47], с которой она имеет сложные взаимные перекрытия (интерферирует) и представляющая собой региональный сложно построенный литосферный вихрь: на северо-западе и северо-востоке она обрамлена горными сооружениями Большой и Малый Хинган, на юго-востоке ее обрамление представлено хребтами Чанбайшань – Чжангуанцинлин – Лаоэлин.

Как известно, в пределах ЯР и его обрамления развиты мезокайнозойские осадочные бассейны (Среднеамурский, Верхнебуреинский, Ханкайский и Сунляо). Они расположены в пределах Северо-Восточного выступа докембрийской Китайской платформы [48], расколотого на ряд остаточных массивов. Практически все эти бассейны нефтегазоносны, либо несут признаки нефтегазоносности [49, 50]. Общепринятым считается, что эти осадочные бассейны имеют рифтогенный генезис и сформировались в процессе крупноамплитудных сбросо-сдвиговых перемещений по окраинным разломам северо-восточного простирания. Судя по полученным нами морфоструктурным данным, подобные структуры, возможно, являются сложно построенными региональными литосферными вихрями. В.А. Абрамов и Е.Б. Осипова [51] рассматривают инверсионные тектоносферные воронки окраинных морей и переходных зон Азиатско-Тихоокеанского пояса (то есть, в нашем понимании – вихревые структуры) как нефтегазоносные образования. Таким образом, в данном случае можно сделать очень важный вывод об имеющем месте в регионе тектоническом контроле проявлений нефтегазоносности описанными нами структурами.

Представляется, что линеamentный анализ в рассматриваемом объеме позволит по-новому прогнозировать характер миграции углеводородов в земной коре и выявлять предполагаемые места их скопления. Его следует применить в процессе подготовительного этапа при исследовании нефтегазоносности Японского и Охотского окраинных морей, а также Арктических бассейнов, где Тихоокеанским Океанологическим институтом ДВО РАН активно ведутся экспедиционные работы. В принципе, проявления нефти и газа контролируются теми же самыми морфоструктурами, отражающими тектонические ослабленные зоны. При исследовании линеamentной тектоники необходимо обращать внимание на места пересечения линеamentов со сводовыми поднятиями, на выявление палеорифтов, авлакогенов и других древних прогибов, выполненных мощными толщами осадков, поскольку к ним часто приурочены скопления нефти и газа.

Существует мнение [15 и др.], что для вертикальной миграции углеводородов наиболее пригодная геодинамическая обстановка – это обстановка растяжения. Таким образом, следует при прогностических исследованиях обращать внимание на системы сейсмолинеamentов, фиксирующих долгоживущие подвижные зоны рифтогенного типа.

Итоговым документом в процессе проведения подготовительного этапа поисков нефти и газа должна стать тектоническая карта исследуемого региона с выделенными на ней прогнозными участками на тот или иной вид полезных ископаемых. При поисках нефти и газа в акваториях Западно-Тихоокеанских и Арктических морей можно будет целенаправленно задавать линии буровых скважин, а также — отдельных буровых скважин в наиболее перспективных точках.

Заключение

В статье рассмотрены методы и результаты многолетних геоморфологических исследований, проведенных в ЯР, включающем Японское окраинное море, его континентальное и островное обрамление. В начальные этапы этих исследований обычно проводилось структурное дешифрирование топографических и батиметрических карт и космодатаснимков для выявления на континенте рудоконтролирующих (эндогенное оруденение, алмазы и др.) зон скрытых разломов фундамента и магматических очаговых структур, а также разломных систем дна Японского моря. В то же время, в Восточной Азии в результате структурно-геоморфологических исследований были выделены мегаморфоструктуры центрального типа окраинно-материкового ряда с корой материкового, промежуточного и океанического типов.

В процессе этих исследований, в основном, применялся линеаментный анализ, представляющий собой комплекс геоморфологических, геологических и геофизических методов геологического картирования и позволяющий наиболее эффективно исследовать глубинное строение территорий и акваторий.

В последние годы линеаментный анализ успешно использован нами при разработке модели механизма формирования окраинных морей Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент — океан, которые выделяются как литосферные вихревые структуры в понимании Ли Сы-Гуана. В результате настоящих исследований, проведенных с использованием данных космической альтиметрии в западной части Тихоокеанского региона выявлены сложно соподчиненные вихревые и кольцевые морфоструктуры различного ранга. Непосредственно в ЯР с помощью линеаментного анализа были выявлены три региональные вихревые морфоструктуры левого типа — Япономорская, Нижнеамурская и Сунляо. В этом регионе имеются два структурных этажа: преимущественно мантийный и литосферный. В первом существует долгоживущий глубинный тектонический каркас, образованный в результате быстрых хрупких деформаций в жестком субстрате. Во втором, тесно связанном в своем развитии с подстилающей его астеносферой, преобладают вихревые структурные линии.

В пределах ЯР и его обрамления широко представлены нефтегазоносные мезокайнозойские осадочные бассейны. Общепринятым считается, что эти осадочные бассейны имеют рифтогенный генезис. Судя по полученным нами морфоструктурным данным, подобные структуры, возможно, являются сложно построенными региональными литосферными вихрями. В.А. Абрамов и Е.Б. Осипова [51] рассматривают тектоносферные воронки окраинных морей и переходных зон Азиатско-Тихоокеанского пояса (в нашем понимании — вихревые структуры) как нефтегазоносные образования.

Линеаментный анализ в рассматриваемом объеме позволит по-новому прогнозировать характер миграции углеводородов в земной коре и выявлять предполагаемые места их скопления. Этот метод может быть использован в процессе подготовительного этапа при исследовании нефтегазоносности Западно-Тихоокеанских окраинных морей, а также Арктических бассейнов.

Благодарности. Авторы благодарят рецензентов за время, потраченное на внимательный просмотр статьи и благожелательный отзыв на нашу работу. Полученные замечания учтены или будут использованы в дальнейшей работе.

Работа выполнена по программе ФНИ ТОИ ДВО РАН (тема 7, № ААА-А-А17-117030110033-0 и тема 8, № АААА-А17-117030110035-4), и при поддержке Программы Дальний Восток (№ 15-1-1-017), РФФИ (проект № 15-05-06638).

Acknowledgements. The authors are grateful to the reviewers for the time spent on attentively viewing the article, and the sympathetic response to our work. The received comments are taken into account or will be used in further work.

The work was carried out according to the program of FNI POI FEB RAS (topic 7, No. AAAA-A17-117030110033-0 and topic 8, No. AAAA-A17-117030110035-4), and with the support of the Far East Program (No. 15-1-1-017), RFBR (project No. 15-05-06638).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берсенева И.И., Безверхний В.Л., Леликов Е.П. Строение и развитие дна Японского моря // Геодинамические исследования. М.: Межведомственный геофизический комитет АН СССР, 1988. № 11. С. 60–67.
2. Изосов Л.А., Коновалов Ю.И., Емельянова Т.А. Проблемы геологии и алмазоносности зоны перехода континент – океан (Япономорский и Желтоморский регионы). Владивосток: Дальнаука, 2000. 326 с.
3. Kobayashi T. The Sakawa orogenic cycle and its bearing on the origin of the Japanese islands // J. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo. 1941. Sec. 2. Vol. 5. P. 219–578.
4. Geology and Geophysics of the Philippine Sea / Ed.H. Tokuyama, S. Shcheka, N. Isezaki. Tokio: TERRAPUB, 1995. 406 p.
5. Geology and Geophysics of the Japan Sea / Ed.N. Isezaki, I.I. Bersenev, K. Tamaki. Tokio: TERRAPUB, 1996. 487 p.
6. Кулаков А.П. Морфоструктуры Востока Азии. М.: Наука, 1986. 176 с.
7. Худяков Г.И., Кулаков А.П., Никонова Р.И. Новые представления о морфоструктуре окраинных морей Востока Азии // Геодинамические исследования. М.: Межведомственный геофизический комитет АН СССР, 1988. № 11. С. 15–21.
8. Геология Кореи / Ред. Пэк Рен Чжун. Пхеньян: Изд-во книг на иностр. яз., 1993. 663 с.
9. Анализ космических снимков при тектономагматических и металоогенических исследованиях / Отв. ред. И.Н. Томсон. М.: Наука, 1979. 164 с.
10. Фаворская М.А., Баскина В.А., Шилин Н.Л. Рудоконтролирующие структуры Азии и их металлогения. М.: Недра, 1983. 193 с.
11. Связь магматизма и эндогенной минерализации с блоковой тектоникой / Ред. М.А. Фаворская, И.Н. Томсон. М.: Недра, 1969. 264 с.
12. Изосов Л.А., Горошко М.В. Южно-Синегорская впадина Приморья: геологическое строение и развитие // Отечественная геология. 2006. № 3. С. 33–41.
13. http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi
14. Hobbs W.N. Lineaments of the Atlantic border region // Bull. Geol. Soc. Amer. 1904. Vol. 15. P. 483–506.
15. Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцев Э.Ф. Основы линейментной тектоники. М.: Недра, 1986. 144 с.
16. Sonder R.A. Die Lineament tectonic und ihre problem // Ed. Geol. Helv. 1938. Vol. 31. No. 1. P. 199–238.
17. Casas A.M., Cortes Angel L., Maestro A., Soriano M.A., Riaguas A., and Bernal J. A program for lineament length and density analysis // Computers and geosciences. 2000. Vol. 26 (9). P. 1011–1022.
18. Ehsan G. Investigation of lineaments in Tehran province of the basis of remote sensing techniques // Intern. Journ. of Geomatics and Geosciences. 2012. Vol. 3. No. 2. P. 339–350.
19. Уломов В.И. Динамика земной коры Средней Азии и прогноз землетрясений. Ташкент: ФАН, 1974. 218 с.
20. Изосов Л.А., Чупрынин В.И., Мельниченко Ю.И., Ли Н.С., Крамчанин К.Ю., Огородний А.А. Связь сейсмической активности с тектоническими и вулканогенными структурами Япономорского звена Западно-Тихоокеанской мегазоны перехода континент – океан // Литосфера. 2014. № 6. С. 3–21.
21. Изосов Л.А., Рязанцева М.Д. Палеозойские магматические комплексы юга Ханкайского массива // Советская геология. 1977. № 2. С. 77–90.
22. Анохин В.М. Глобальная дизъюнктивная сеть Земли: строение, происхождение и геологическое значение. СПб: Недра, 2006. 161 с.
23. Каттерфельд Г.Н. Лик Земли. М.: ГИГЛ, 1962. 152 с.

24. Сигова К.И. Линеаменты разломных деформаций Азиатско-Тихоокеанской зоны перехода // Вопросы морфотектоники Западно-Тихоокеанской переходной зоны. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 88–107.
25. Калягин А.Н., Абрамов В.А. Основы трансструктурной геологии. Владивосток: Дальнаука, 2003. 348 с.
26. Строев П.А. Аномальное гравитационное поле Японского моря // Глубинное строение окраинных морей и островных дуг / Тр. СахКНИИ. 1972. Вып. 3. С. 250–260.
27. Вихри в геологических процессах / Под ред. А.В. Викулина. Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатского гос. пед. ун-та, 2004. 297 с.
28. Изосов Л.А., Чупрынин В.И. О механизме формирования структур центрального типа Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент – океан // Геотектоника. 2012. Т. 46. № 3. С. 70–92.
29. Родников А.Г. Соотношение астеносферы и структур земной коры окраины Тихого океана // Тихоокеанская геология. 1986. № 4. С. 15–22.
30. Изосов Л.А. О комбинированных структурах Юго-Западного Синегорья // Тез. докл. XXIV науч.-техн. конф. Владивосток: НТО Горное, 1977. С. 12–13.
31. Ejov B.V. and Izosov L.A. Diamond content of Primorskij kraj according to data of analysis of focus structures – center of endogenic activity // Geotectonica et Metallogenia. 1995. Vol. 19. No. 2/3. SUM. 11. P. 1–11.
32. Izosov L.A. Korean-Khanka Riftogenic Zone: potential diamondiferous structure // Evolution and Dynamics of the Asian Seas. Seoul: Korean Soc. of Oceanogr, 1996. P. 187–200.
33. Izosov L.A. Paleotectonics and paleometallogeny of Japan Sea continent – ocean transitional zone // Metallogeny of the Pacific Northwest: tectonics, magmatism and metallogeny of active continental margins. Vladivostok: Dalnauka, 2004. P. 105–107.
34. Ли Сы-Гуан. Вихревые и другие проблемы, относящиеся к сочетанию геотектонических систем северо-западного Китая. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 129 с.
35. Васильев Б.И. Геологическое строение и происхождение Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2009. 560 с.
36. Геологическая карта Дальнего Востока СССР и прилегающих акваторий. М-б 1:1500000 / Под ред. Л.И. Красного, Б.И. Васильева, В.К. Путинцева. Л.: ВСЕГЕИ, 1986.
37. Кюенен Ф.Г. Индонезийские глубоководные депрессии // Островные дуги / Под ред. А.Н. Заварицкого. М.: ИЛ, 1952. С. 97–137.
38. Умберов Дж. Островные дуги // Островные дуги / Под ред. А.Н. Заварицкого. М.: ИЛ, 1952. С. 5–97.
39. Стовас М.В. Избранные труды. М.: Недра, 1975. Ч. 1. 155 с.
40. Пуцаровский Ю.М. Особенности геологической истории Тихоокеанской области Земли. М.: Наука, 1986. 30 с.
41. Строев П.А. О характере гравитационных аномалий в свободном воздухе в Япономорской переходной зоне // Морские гравиметрические исследования. М.: Изд-во МГУ, 1975. № 8. С. 136–144.
42. Международный геолого-геофизический атлас Тихого океана / Ред. Г.Б. Удинцев. М. – СПб.: МОК (ЮНЕСКО), РАН, ФГУП ПКО Картография, ГУНиО, 2003. 192 с.
43. Chinzei K. Opening of the Japan Sea and marine Biogeography during the Miocene // J. Geoelectr. 1986. Vol. 38. P. 487–494.
44. Изосов Л.А., Бессонова Е.А., Ли Н.С., Огородний А.А., Зверев С.А. Кайнозойские формации залива Петра Великого (Японское море) и его побережья: индикаторы полигенной зоны перехода континент – океан // Вулканология и сейсмология. 2015. № 5. С. 23–35.
45. Otofuji Y. and Matsuda T. Paleomagnetic evidence for the clockwise rotation of Southwest Japan // Earth. Planet. Sci. Lett. 1983. Vol. 62. P. 349–359.
46. Брянский Л.И. Плотностная структура земной коры и верхней мантии Советской части азиатской окраины: проблемы и результаты гравитационного моделирования // Проблемы тектоники, минеральные и энергетические ресурсы Северо-Западной Пацифики. Хабаровск: ДВО РАН, 1992. Ч. 1. С. 9–18.
47. <http://www.mining-enc.ru/s/sunlyao-neftegazonosnyj-bassejn>.
48. Смирнов А.М. Сочленение Китайской платформы с Тихоокеанским складчатым поясом. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 157 с.
49. Мельников Н.Г., Изосов Л.А. Кайнозойские тектонические покровы и перспективы углефтегазоносности Приморья // Геотектоника. 1990. № 3. С. 80–87.
50. Кириллова Г.Л., Изосов Л.А., Леликов Е.П., Мельников Н.Г., Обжиров А.И. Перспективы нефтегазоносности Япономорской провинции // Геология и полезные ископаемые шельфов России. М.: ГЕОС, 2002. С. 123–128.

51. Абрамов В.А., Осипова Е.Б. Нефтегазоносные и рудоносные инверсгенные тектоносферные воронки окраинных морей и переходных зон Азиатско-Тихоокеанского пояса // Геология морей и океанов / Мат-лы докл. XVIII междунар. науч. конф. (школы) по морской геологии. М.: ГЕОС, 2009. Т. 2. С. 216–220.

REFERENCES

1. Bersenev I.I., Bezverhny V.L., and Lelikov E.P. Structure and development of the bottom of the Japan Sea, in *Geodinamicheskie issledovaniya* (Geodynamic study). Moscow: Mezhdomstvennyy geofizicheskij komitet AN SSSR (Publ.), 1988. No. 11. P. 60–67.
2. Izosov L.A., Konovalov Yu.I., and Emelyanova T.A. *Problemy geologii i almazonosnosti zony perehoda kontinent – okean (Japonomorskij i Zheltomorskij regiony)* (Problems of geology and diamond-bearing of Continent – Ocean Transitional Zone (Japan Sea and Yellow Sea Regions)). Vladivostok: Dalnauka (Publ.), 2000. 326 p.
3. Kobayashi T. The Sakawa orogenic cycle and its bearing on the origin of the Japanese islands. *J. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo*. 1941. Sec. 2. Vol. 5. P. 219–578.
4. *Geology and Geophysics of the Philippine Sea* / Ed. H. Tokuyama, S. Shcheka, N. Isezaki. Tokio: TERRAPUB, 1995, 406 p.
5. *Geology and Geophysics of the Japan Sea* / Ed.N. Isezaki, I.I. Bersenev, K. Tamaki. Tokio: TERRAPUB, 1996, 487 p.
6. Kulakov A.P. *Morfostruktury Vostoka Azii* (The morphostructure of East Asia). Moscow: Nauka (Publ.), 1986. 176 p.
7. Khudyakov G.I., Kulakov A.P., and Nikonova R.I. New conceptions of the morphological structure of the marginal seas of East Asia, in *Geodinamicheskie issledovaniya* (Geodynamic studies). Moscow: Mezhdedom. Geofizich. komitet AN SSSR (Publ.), No. 11. P. 15–21.
8. *Geologiya Korei* (Geology Korea). Pyongyang: Izdatel'stvo knig na inostrannyh jazykah (Publ.), 1993. 663 p.
9. *Analiz kosmicheskikh snimkov pri tektonomagmatischenkih i metallogenicheskikh issledovaniyakh* (Analysis of satellite images at tectonomagmatic and metallogenetic studies). Moscow: Nauka (Publ.), 1979. 164 p.
10. *Rudokontrolirujushhie struktury Azii i ih metallogenija* (Ore-controlling structures of Asia and their metallogeny). Moscow: Nedra (Publ.), 1983. 193 p.
11. *Svjaz' magmatizma i jendogennoj mineralizacii s blokovoju tektonikoj* (Relationship of magmatism and endogenic mineralization with block tectonics). Moscow: Nedra (Publ.), 1969. 264 p.
12. Izosov L.A. and Goroshko M.V. South Sinegorsk depression of Primorye: geological structure and development. *Otechestvennaja geologija (National Geology)*, 2006. No. 3. P. 33–41. (in Russ.)
13. http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi
14. Hobbs W.N. Lineaments of the Atlantic border region. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 1904. Vol. 15. P. 483–506.
15. Katz Ya.G., Poletaev A.I., and Rumjanceva E.F. *Osnovy lineamentnoj tektoniki* (Fundamentals of Lineament Tectonics). Moscow: Nedra (Publ.), 1986. 144 p.
16. Sonder R.A. Die Lineament tectonic und ihre problem. *Ed. Geol. Helv.* 1938. Vol. 31. No. 1. P. 199–238.
17. Casas A.M., Cortes Angel L., Maestro A., Soriano M.A., Riaguas A., and Bernal J. A program for lineament length and density analysis. *Computers and geosciences*. 2000. Vol. 26 (9). P. 1011–1022.
18. Ehsan G. Investigation of lineaments in Tehran province of the basis of remote sensing techniques. *Intern. Journ. of Geomatics and Geosciences*. 2012. Vol. 3. No. 2. P. 339–350.
19. Ulomov V.I. *Dinamika zemnoj kory Srednej Azii i prognoz zemletrjasenij* (The dynamics of the Earth's crust Central Asia and earthquake prediction). Tashkent: FAN (Publ.), 1974. 218 p.
20. Izosov L.A., Chuprynin V.I., Melnichenko Yu.I., Lee N.S., Kramchanin K. Yu., and Ogorodny A.A. Geological, geomorphological and geophysical factors of control Japan Sea Link seismic active zones in the West-Pacific continent–ocean transitional megazone. *Litosfera*. 2014. No. 6. P. 3–21. (in Russ.)
21. Izosov L.A. and Ryazantseva M.D. Paleozoic magmatic complexes South Khanka Lake massif. *Sovetskaja geologija (Soviet Geology)*. 1977. No. 2. P. 77–90. (in Russ.)
22. Anokhin V.M. *Globalnaya diz'yunktivnaya set Zemli: stroenie, proisxozhdenie i geologicheskoe znachenie* (Global Disjunctive Network of the Earth: Structure, Origin, and Geological Significance). S.-Petersburg: Nedra (Publ.), 2006. 161 p.
23. Katterfeld G.N. *Lik Zemli* (The Face of the Earth). Moscow: GIGL (Publ.), 1962. 152 p.

24. Sigova K.I. The lineaments of the fault deformations of the Asia-Pacific Transition Zone, in *Voprosy morfotektoniki Zapadno-Tihookeanskoj perehodnoj zony* (Questions of the Morphotectonics of the West Pacific transition zone). Vladivostok: Dalnauka (Publ.), 1999. P. 88–107.
25. Kalyagin A.N. and Abramov V.A. *Osnovy transstrukturnoj geologii* (Fundamentals of Geology transstruktury). Vladivostok: Dalnauka (Publ.), 2003. 348 p.
26. Stroyev P.A. Anomalous gravitational field of the Japan Sea, in *Glubinnoe stroenie okrainnyh morej i ostrovnyh dug. Trudy SahKNII* (Deep structure of the marginal seas and Island Arcs), 1972. Iss. 3. P. 250–260.
27. *Vihri v geologicheskikh processah* (Vortex-related events of the geological processes). A.V. Vikulin ed. Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamchatskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet (Publ.), 2004. 297 p.
28. Izosov L.A. and Chuprynin V.I. Formation mechanism of central-type structures in the West Pacific Continent – Ocean Transition Zone. *Geotektonika* (*Geotectonics*), 2012. Vol. 46. No. 3. P. 70–92 (in Russ.).
29. Rodnikov A.G. The ratio of the asthenosphere and crustal structure of the margin of the Pacific ocean. *Tihookeanskaja geologija* (*Russian Journal of Pacific Geology*). 1986. No. 4. P. 15–22 (in Russ.).
30. Izosov L.A. About combined structures of the South-Western Sinegorye, in *Tez. Dokl. XXIV Nauch. i Tekhn. Conf.* (XXIV Scien. and Technic. Conf.) Vladivostok: NTO Gornoe (Publ.), 1977. P. 12–13.
31. Ejov B.V. and Izosov L.A. Diamond content of Primorskij kraj according to data of analysis of focus structures – center of endogenic activity. *Geotectonica et Metallogenia*. 1995. Vol. 19. No. 2/3. SUM. 11. P. 1–11.
32. Izosov L.A. Korean-Khanka Riftogenic Zone: potential diamondiferous structure, in *Evolution and Dynamics of the Asian Seas*. Seoul: Korean Soc. of Oceanogr, 1996. P. 187–200.
33. Izosov L.A. Paleotectonics and paleometallogeny of Japan Sea continent – ocean transitional zone, in *Metallogeny of the Pacific Northwest: tectonics, magmatism and metallogeny of active continental margins*. Vladivostok: Dalnauka, 2004. P. 105–107.
34. Lee Sy-Guan. *Vihrevye i drugie problemy, odnosjashiesja k sochetaniju geotektonicheskikh sistem severo-zapadnogo Kitaja* (Vortex and other problems, related to the combination of tectonic systems of the North-Western China). Moscow: Gosgeoltekhizdat (Publ.), 1958. 129 p.
35. Vasilyev B.I. *Geologicheskoe stroenie i proishozhdenie Tihogo okeana* (Geological structure and origin of the Pacific Ocean). Vladivostok: Dalnauka (Publ.), 2009. 560 p.
36. *Geologicheskaya karta Dal'nego Vostoka SSSR i prilegayushhix akvatorij. 1:1500000* (Geological map of the Far East of the USSR and adjacent waters. 1:1500000). L.I. Krasnij, B.I. Vasilyev, and V.K. Putintsev. Ed. Leningrad: VSEGEI (Publ.), 1986.
37. Kyuenen F.G. Indonesian deep depression, in *Ostrovnye dugi* (*Island Arc*). A.N. Zavaritskii. Ed. Moscow: IL (Publ.), 1952. P. 97–137.
38. Umbgrov J. Island Arc, in *Ostrovnye dugi* (*Island Arc*). A.N. Zavaritskii. Ed. Moscow: IL (Publ.), 1952. P. 5–97.
39. Stovas M.V. *Izbrannye Trudy* (Selected works). Moscow: Nedra (Publ.), 1975. Iss. 1. 155 p.
40. Pushcharovsky Yu.M. *Osobennosti geologicheskoy istorii Tihookeanskoj oblasti Zemli* (Features of the Pacific region of the Earth's geological history). Moscow: Nauka (Publ.), 1986. 30 p.
41. Stroyev P.A. On the nature of the gravity anomalies in the free air of the Japan Sea Transition Zone, in *Morskie gravimetricheskie issledovaniya* (Marine gravimetric studies). Moscow: MGU (Publ.), 1975. No. 8. P. 136–144. (in Russ.).
42. *Mezhdunarodnyj geologo-geofizicheskij atlas Tihogo okeana* (*Geological Geophysical Atlas of the Pacific Ocean*). G.B. Udincev. Ed. Moscow – S.-Petersburg: MOK (UNESCO), RAN, FGUP PKO Kartografija, GUNiO, 2003. 192 p.
43. Chinzei K. Opening of the Japan Sea and marine Biogeography during the Miocene. *J. Geoelectr.* 1986. Vol. 38. P. 487–494.
44. Izosov L.A., Bessonova E.A., Li N.S., Ogorodnii A.A., and Zverev S.A. The Cenozoic formations in the Peter the Great Gulf, Japan Sea and on its shores: Indicators of a polygenic Continent – Ocean Transition Zone. *Vulkanologija i sejsmologija* (*Journal of Volcanology and Seismology*), 2015. No. 5. P. 23–35. (in Russ.).
45. Otofuiji Y. and Matsuda T. Paleomagnetic evidence for the clockwise rotation of Southwest Japan. *Earth. Planet. Sci. Lett.* 1983. Vol. 62. P. 349–359.
46. Bryanskij L.I. Density structure of the crust and upper mantle of the Soviet part of the Asian suburbs: problems and results of gravity modeling, in *Problemy tektoniki, mineral'nye i e'nergeticheskie resursy Severo-Zapadnoj Pacifiki* (Problems of tectonics, mineral and energy resources of the North-West Pacific). Habarovsk: DVO RAN (Publ.), 1992. Iss. 1. P. 9–18.
47. <http://www.mining-enc.ru/s/sunlyao-neftegazonosnyj-bassejn>.

48. Smirnov A.M. *Sochlenenie Kitajskoj platformy s Tihookeanskim skladchatym pojasom* (Junction of the Chinese platform with the Pacific folded belt). Moscow: Academy of Sciences of the USSR (Publ.), 1963. 157 p.
49. Melnikov N.G. and Izosov L.A. Cenozoic tectonic covers and the prospects for coal, oil and gas potential of Primorye. *Geotektonika (Geotectonics)*. 1990. No. 3. P. 80–87. (in Russ.)
50. Kirillova G.L., Izosov L.A., Lelikov E.P., Melnikov N.G., and Obzhirov A.I. Petroleum potential of the Japan Sea province, in *Geologija i poleznye iskopaemye shel'fov Rossii (Geology and mineral resources of the Russian shelf areas)*. Moscow: GEOS (Publ.), 2002. P. 123–128.
51. Abramov V.A. and Osipova E.B. Oilgasbearing and orebearing inversive tectonospheric funnels of marginal seas and transitive zone of the Asian-Pacific belt, in *Geologiya morej i okeanov* (Geology of seas and oceans). XVIII Int. Conf. Moscow: GEOS (Publ.), 2009. Vol. 2. P. 216–220.