



ГЕОДИНАМИКА ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

А. В. Мигурский

Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

К числу главных факторов в эволюции нафтидогенеза относятся геодинамические процессы. Особенно ярко это выражено на примере Сибирской платформы, пережившей семь планетарных геодинамических активизаций: карелиды (1,9–1,7 млрд лет), спаявшие крупнейшие мегаблоки (террейны) в единый кратон; байкалиды (поздний неопротерозой), преобразовавшие южное обрамление платформы; карелиды (поздний силур – ранний девон), сформировавшие Предпатомский складчато-надвиговый пояс; ранние (средний девон – ранний карбон) и поздние герциниды (средний карбон – ранний триас), воздействие которых привело к возникновению Вилюйской рифтовой системы, Вилюйской и Тунгусской синеклиз, мощным проявлениям траппового магматизма и сопутствующих складчатых зон; мезозойды (средний триас – мел), сформировавшие Вилюйскую синеклизу, Ангаро-Вилюйский прогиб, Присаяно-Прибайкальский складчато-надвиговый пояс и ареалы карбонатитового, субщелочных интрузий, железорудных трубок взрыва. В кайнозое юг Сибирской платформы затронут формированием Байкальского сводового поднятия. Все перечисленные структурные нарушения в различной степени воздействовали на генезис углеводородов, миграционные процессы, формирование, разрушение и перераспределение месторождений нефти и газа.

Ключевые слова: Сибирская платформа, геодинамические активизации нефтегазоносность.

GEODYNAMICS OF THE SOUTH OF THE SIBERIAN PLATFORM AND OIL-AND-GAS POTENTIAL

A. V. Migurskiy

Siberian Research institute of geology, geophysics and mineral resources, Novosibirsk, Russia

Geodynamic processes are among the main factors in the evolution of naphthidogenesis. This is especially clearly illustrated by the example of the Siberian Platform, which has experienced seven planetary geodynamic activations. These are the Karelids (1.9–1.7 billion years old), which soldered the largest megablocks (terrane) into a single craton, Baikalids (Late Neoproterozoic) having transformed the southern framing of the platform, Caledonides (Late Silurian – Early Devonian), which formed the Pred-Patom fold-thrust belt, early (Middle Devonian – Early Carboniferous) and late Herzenides (Middle Carboniferous – Early Triassic), the impact of which led to the emergence of the Vilyui Rift System, the Vilyui and Tunguska synclises, great shows of trap magmatism and associated fold zones, the Mesozooids (Middle Triassic – Cretaceous), which formed the Vilyui syncline, Angara-Vilyui trough, Prisyano-Pribaikal fold-thrust belt and geographical ranges of carbonatite, subalkalic intrusions, iron breccia pipes. In Cenozoic, the south of the Siberian Platform was affected by the formation of the Baikal arched uplift. All the listed structural failures affected the genesis of hydrocarbons, migration, formation, destruction and redistribution of oil and gas fields in varying degrees.

Keywords: Siberian platform, geodynamic activation, oil and gas potential.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-35-50

На юге Сибирской платформы выделяются структурные элементы карельского, байкальского, каледонского, ранне- и позднегерцинского и мезозойского возрастов. Вещественно они представлены породами фундамента, рифейским, венд-силурийским, среднедевонско-нижнекаменноугольным, среднекаменноугольно-пермским и мезозойским мегакомплексами [18, 39]. В их пределах картируются относительно жесткие блоки и мобильные участки. Жесткие блоки относительно приподняты, слабо деформированы на протяжении всей истории развития. Мобильные участки преимущественно депрессиями и по динамике формирования разделяются на четыре типа, развивающиеся в обстановке растяжения (рифты, грабены, сбросы), сжатия (складчато-надвиговые пояса, шарьяжи, взбросы, надвиги), сдвига, инъективных процессов.

Размеры и положение в плане и по разрезу жестких блоков и мобильных участков во времени могут меняться (рис. 1). В связи с этим методической основой построения палео- и современных геодинамических карт и разрезов является выделение контуров жестких блоков, мобильных зон с характеристикой их динамики развития в конкретные периоды. Набор палеогеодинамических карт и разрезов призван продемонстрировать характер изменения размеров, масштабов перемещения жестких блоков и смену геодинамических обстановок в мобильных участках.

В настоящее время крупнейшие структуры фундамента выделяются в качестве супертеррейнов (провинций), разделенных на террейны различных генезисов [33, 39]. Выделяется пять тектонических провинций – Тунгусская, Анабарская, Оленекская, Алданская и Становая. Они разделены протяжен-

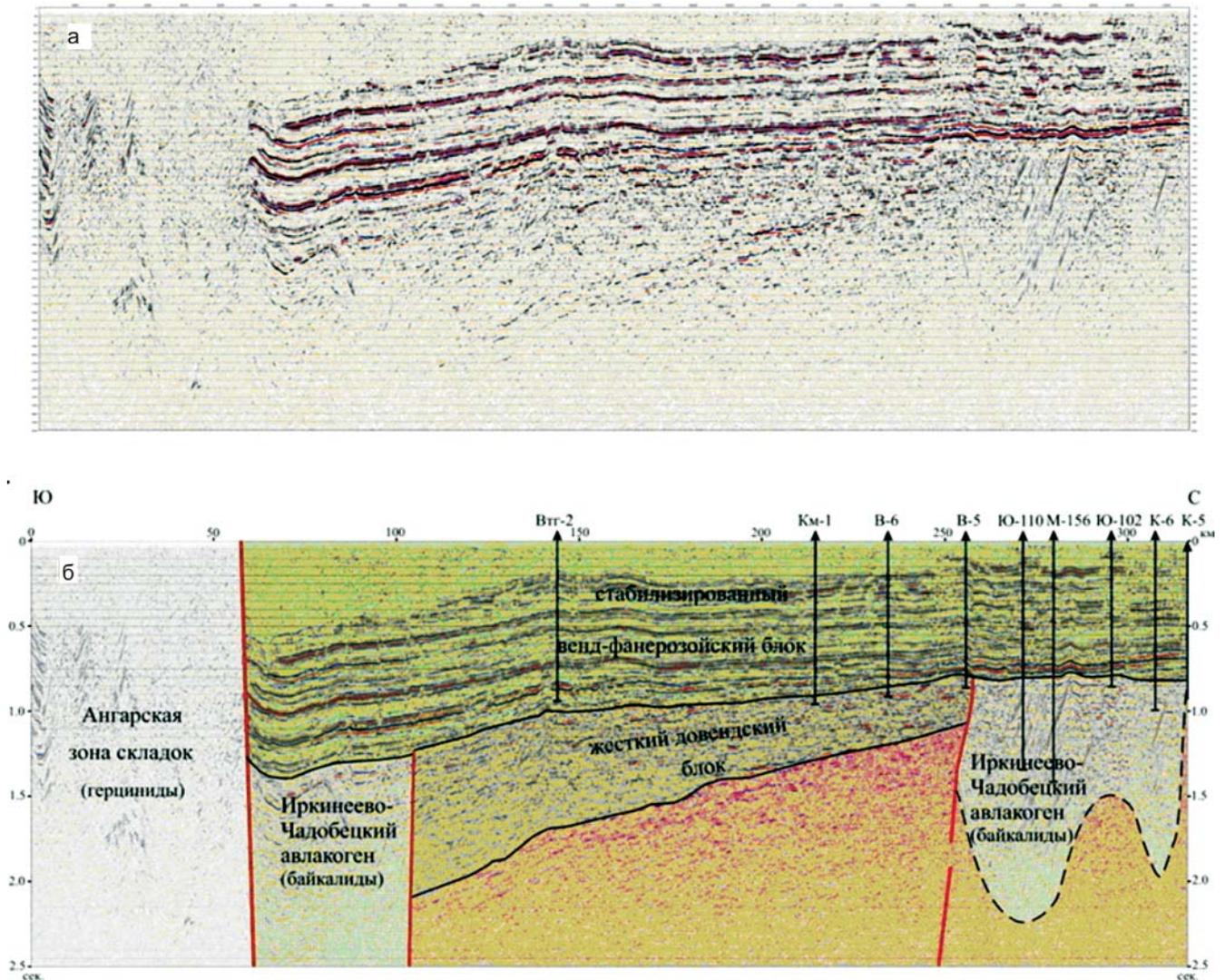


Рис. 1. Соотношение разновозрастных структурных элементов в субмеридиональном сечении юга Байкитской тектонической зоны: а – комбинированный сейсмический разрез в обработке А. В. Исаева, б – его интерпретация (составил А. В. Мигурский). Скважины: Вtg – Верхнетайгинская, Km – Камовская, В – Вэдрэшевские, Ю – Юрубченские, М – Мадриная, К – Куюмбинские

ными шовными зонами коллизионной природы шириной до 30 км. По мнению О. М. Розена, Сибирский кратон «сформировался в позднем палеопротерозое, в интервале 2,0–1,8 млрд лет назад» [33, 34, с. 113] и с этого времени вел себя как единая жесткая глыба.

Однако как жесткая глыба Сибирская платформа проявлялась только на протяжении мезопротерозоя и в раннем неопротерозое [8, 41].

Подвижность отдельных блоков Сибирской платформы в неогее впервые отметили А. Н. Храмов и др. На Сибирской платформе «существовало четыре разобщенных блока: Алданский, Анабарский, Западно-Байкальский и Северо-Байкальский... В начале раннего палеозоя эти блоки сблизались и в середине кембрия спаялись байкальским орогенезом, образовав Сибирскую плиту, которая с конца кембрия стала единым блоком» [29, с. 295].

Идея движения блоков Сибирской платформы в посткембрийское время принадлежит Е. Л. Гуревичу: «...Палеомагнитные полюсы для ордовика

разреза р. Мойеро лежат восточнее (приблизительно на 20°) соответствующих полюсов юга Сибирской платформы. Это можно объяснить... взаимным поворотом блоков на соответствующий угол в последующие эпохи» [4, с. 41].

В. Э. Павлов, П. Ю. Петров [28] несоответствия в положении магнитных полюсов для отложений рифея и нижнего палеозоя северной и южной частей платформы объяснили вращением Анабарского блока против часовой стрелки относительно Алданского на $20\text{--}25^\circ$ в постсилурийское время. Это вращение они связывали с образованием Вилюйского авлакогена. Принято, что полюс вращения плечей авлакогена расположен на западе Сунтарского свода ($\lambda = 117^\circ$, $\phi = 62^\circ$).

Л. Кокс и Т. Торсвик [42] подтвердили расхождение магнитных полюсов для отложений рифея и нижнего палеозоя северной и южной частей Сибирской платформы, но отметили, что при расположении полюса их вращения на востоке Березовской впадины ($\lambda = 120^\circ$, $\phi = 60^\circ$) угол расхождения этих

частей для рифейских пород древнее 1 млрд лет составляет 23°, а для толщ нижнего палеозоя – 13°. Это свидетельствует о повышенной мобильности мегаблоков Сибирской платформы и в неопротерозое и среднем палеозое.

Байкальский тектогенез

Однозначные структурные перестройки на юге Сибирской платформы фиксируются с середины неопротерозоя в интервале 800–600 млн лет. По ее южной периферии формируются рои даек, свидетельствующие о преобладании режима растяжения [5, 10, 41]. Между Ангаро-Анабарским и Алданским мегаблоками развивается Патомско-Вилюйский прогиб рифтовой природы (рис. 2) с аномально большой толщиной верхнерифейских и нижневендских отложений, с типичными рифтовыми ступенями, блоковыми структурами, сбросами амплитудой до сотен метров. Эти структурные элементы фиксируются на сейсмических разрезах, подтверждены бурением в Талакан-Пеледуйском районе [19, 25].

Важной чертой рассматриваемой структуры является небольшая Паршинско-Талаканская рифтовая ветвь, ориентированная в северо-западном направ-

лении. На ее продолжении фиксируется сгущение микрограбенов, прослеживаемых до Верхнечонского и Вакунайского газонефтяных месторождений, возможно и далее.

На территории современных Вилючанской седловины и Сунтарского свода рифт осложнен диагональным к его простираению Вилючано-Сунтарским горстовидным поднятием, на котором отсутствуют отложения рифея. По косому положению к оси рифта поднятие напоминает Данакильский горст в Афарском треугольнике Восточно-Африканской рифтовой системы, остров Ольхон на Байкале.

Образование Патомско-Вилюйского рифта сопровождалось вращением Алданского мегаблока по часовой стрелке на 10° относительно Ангаро-Анабарского мегаблока [42].

На юго-западе Сибирской платформы жесткие Байкитский, Богучано-Манзинский блоки, Деланинский микроблок, ограничивающие Иркинеево-Чадобецкий палеорифт, начинают перемещаться относительно друг друга с элементами сближения и, возможно, вращения. Амплитуды относительных перемещений достигают десятков километров [26]. Рифейские отложения у границ сближающихся

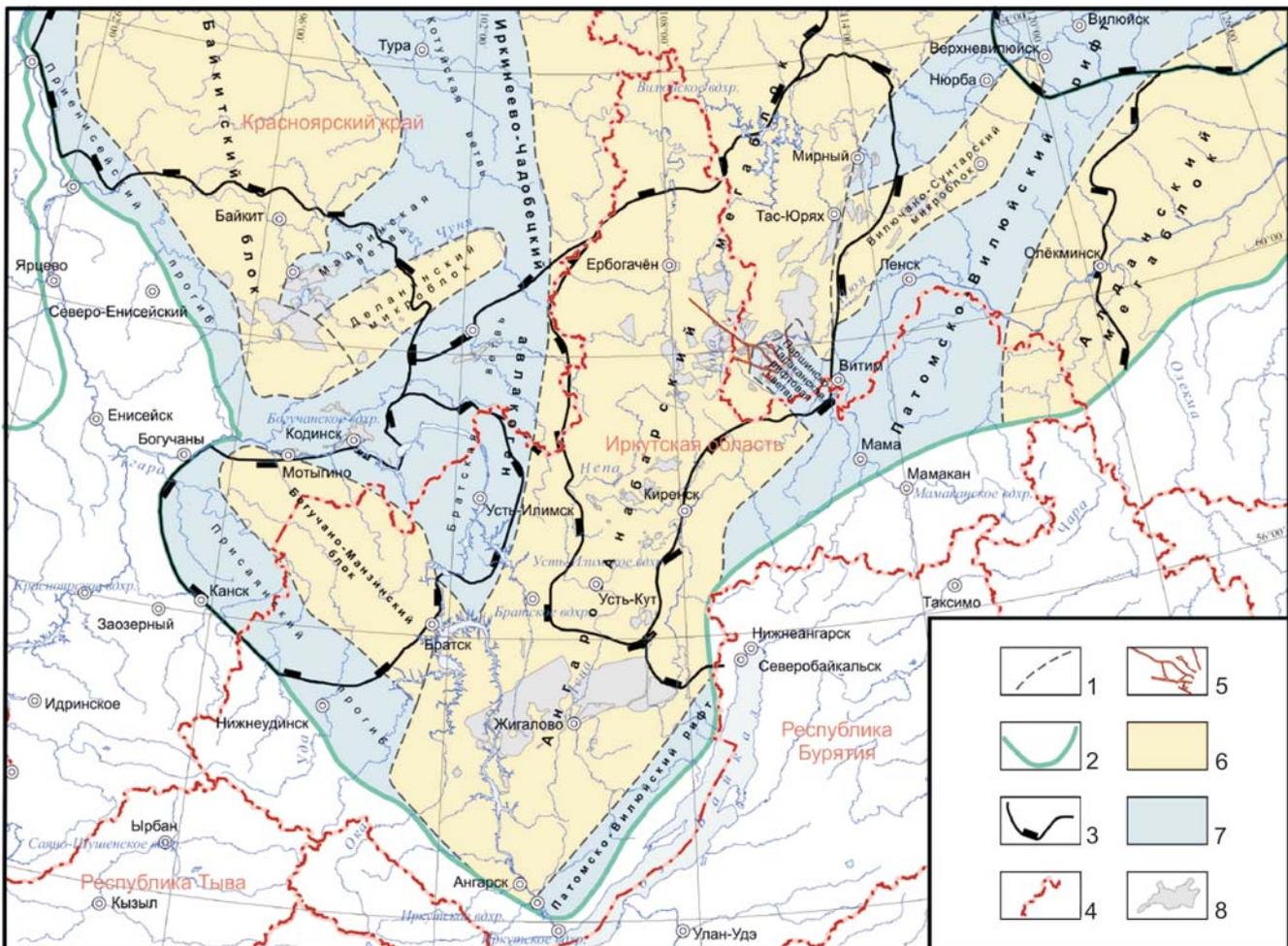


Рис. 2. Неопротерозойская геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НПП

Границы: 1 – палеогеодинамических структур, 2 – Лено-Тунгусской НПП, 3 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 4 – административные; 5 – микрограбены; структуры: 6 – жесткие, 7 – мобильные; 8 – месторождения УВ

блоков подвергаются повышенной деформированности.

Неопротерозой сыграл важнейшую роль в нефтидогенезе юга Сибирской платформы. Главным, несомненно, было накопление мощных нефтематеринских толщ в окраинно- и внутриплатформенных депрессиях. В них возникли палеоочаги генерации УВ. К началу венда в Патомско-Вилуйском и Иркинеево-Чадобецком прогибах сформировались нефтегазоносные области, вероятно, содержавшие крупные скопления УВ.

С венда до силура (600–400 млн лет) длился этап тектонической стабилизации. Это период формирования главной части осадочного чехла Сибирской платформы, когда возникли основные горизонты коллекторов и соленосных толщ венда и нижнего кембрия – эффективные покровы. В осадочном чехле на территориях во многие сотни тысяч квадратных километров формируются выдержанные пласты пород (осинский пласт, булайская свита и др.) с очень слабыми изменениями толщин. Отмечаемые иногда аномальные раздувы карбонатных

пластов имеют седиментационную природу и не сопровождаются тектоническими дислокациями. Начиная с усольского времени на крайнем востоке исследуемого региона формируется Западно-Якутский барьерный риф, вытянутый в северо-западном направлении от бассейна р. Синяя до приустьевой части р. Марха.

Каледонский тектогенез

Рубеж силура – девона (около 400 млн лет) является переломным в развитии рассматриваемой площади [17]. Мощные процессы сжатия в Байкало-Патомской области сопровождались интенсивным метаморфизмом [16]. На смежной территории сформировался Предпатомский складчато-надвиговый пояс шириной около 200 км и протяженностью свыше 1000 км (рис. 3). В южной половине Лено-Тунгусской НГП на протяжении позднего силура и раннего девона полностью прекратились седиментационные процессы.

Складчато-надвиговые дислокации делят осадочный чехол на авто- и аллохтонную части. Раздел

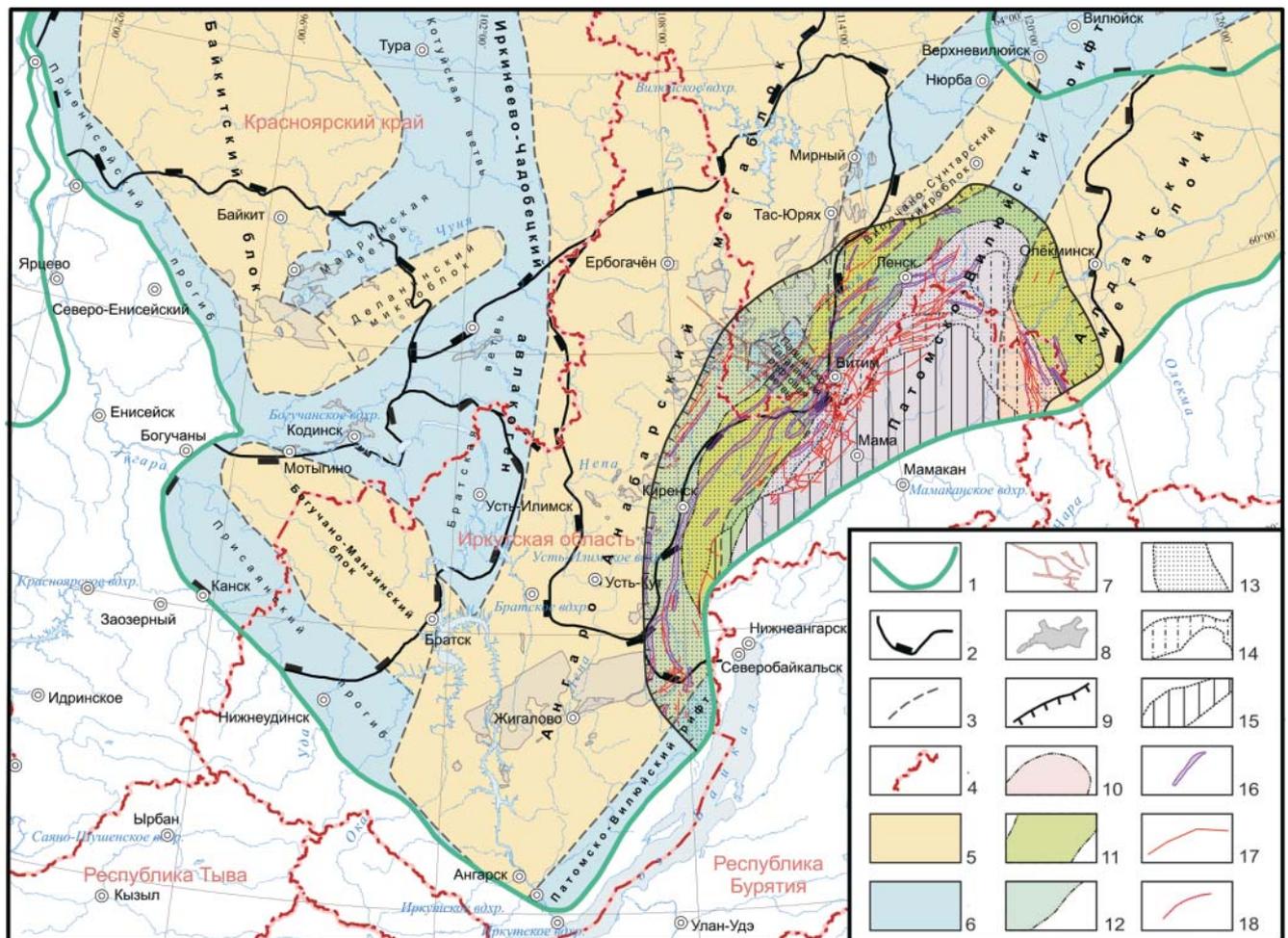


Рис. 3. Каледонская геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НГП

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НГП, 2 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 3 – неопротерозойских структурных элементов, 4 – административные; неопротерозойские структуры: 5 – жесткие, 6 – мобильные; 7 – микрограбены; 8 – месторождения УВ; 9 – фронт аллохтона; положения детачмента на уровнях: 10 – рифея, 11 – венда, 12 – нижнего кембрия; зоны аллохтона: 13 – складчато-надвиговая, 14 – чешуйчато-надвиговая, 15 – покровов фундамента; 16 – основные линейные дислокации аллохтона; разломы: 17 – основные, 18 – второстепенные

проходит по нижнему срыву (детachment), который ступенчато стратиграфически и гипсометрически повышается от внутренних частей нагорья к фронту складчато-надвигового пояса. Самое глубокое (более 3 км) положение detachment фиксируется в пределах Байкало-Патомского нагорья. Здесь он находится в отложениях рифея. Ближе к долине р. Лена detachment переходит в соленосные отложения торсальской пачки бюкской свиты венда. С этой пачкой связано положение detachment на основной по площади части Предпатомского складчато-надвигового пояса. Переход нижнего срыва аллохтона с вендского уровня в соленосные отложения нижнего кембрия осуществляется вдоль границы выклинивания торсальских солей.

Амплитуды горизонтального смещения аллохтона достигают десятков километров [7, 24]. Формирование Предпатомского складчато-надвигового пояса завершает каледонский тектогенез. Основные черты строения структур сжатия изложены в работах В. Л. Масайтиса и др. [17], А. В. Мигурского, В. С. Старосельцева [24], В. В. Гайдука, А. В. Прокопьева [2] и других исследователей.

К началу каледонского тектогенеза основная часть рифейских образований прошла главные зоны нефте- и газообразования, а самая верхняя еще находилась в них, как и породы венда. Перемещения покровов сопровождалось разрушениями и перераспределениями первичных залежей УВ. В условиях высокой тектонической активности, повышенной миграционной способности флюидов, возникающие ловушки складчато-надвиговой природы заполнялись УВ, видимо, сразу после становления [3]. В процессе шарьяжеобразования флюиды отжимались в сторону фронтальной части складчато-надвиговых дислокаций (рис. 4).

Для условий юга платформы наиболее объемные ловушки прогнозируются в карбонатной толще венда и нижнебельской подсвите. Их мощность достигает 250–300 м. Близость карбонатов венда к нефтематеринским толщам рифея – венда делает их более предпочтительными объектами для поисков нефти и газа по сравнению с нижнебельской подсвитой.

В настоящее время в аллохтоне открыты Пилюдинское, Отраднинское месторождения УВ, в первых скважинах на Люринской и Люблинской площадях получены промышленные притоки газа.

Раннегерцинский тектогенез

Раннегерцинский тектогенез проявился в формировании рифтовых депрессий – Вилюйской, Сетте-Дабанской и Кютюнгдинской [1, 14, 15, 39]. Они расположены радиально по отношению к дугообразному Западно-Верхоянскому сектору Верхоянского складчато-надвигового пояса. Это привело ряд исследователей [11, 43] к мысли о связи рифтов с мантийным плюмом, расположенным в 180 км северо-восточнее Китчанских структур.

В западной части Вилюйской рифтовой системы возникли две контрастные впадины Кемпендэйская и Ыгыаттинская, разделенные Сунтарским сводом (рис. 5). На ее плечах и в центре сформировались пояса трапповых даек – Вилюйско-Мархинский, Чаро-Синский и Контайско-Джербинский [1, 17]. Надо отметить, что Вилюйско-Мархинский и Чаро-Синский пояса расходятся в восточно-северо-восточном направлении под углом 12°. Прирост ширины расхождения поясов даек у восточно-северо-восточного их окончания достигает 70 км. В этом же направлении увеличивается продуктивность сопутствующего магматизма [37].

Пояса среднепалеозойских даек на юго-западе заканчиваются недалеко от широты 60°, южнее которой появляются многочисленные пластовые интрузии долеритов также среднепалеозойского возраста. Максимальное содержание силлов западнее Уринского структурного мыса «устанавливается на правобережье р. Лена между устьями рек Халаманда и Бол. Патом» [17, с. 64], а восточнее – в Березовской впадине [40].

Смена поясов даек полями силлов в плане свидетельствует о смене режима растяжения сжатием [23]. Линия между окончаниями даек и полями силлов является переходной от обстановки растяжения к сжатию. Именно на этой линии или близко к ней должна располагаться ось вращения Алданского мегаблока.

Для уточнения распределения напряжений во время формирования Вилюйской рифтовой системы ключевое значение имеют Уринское поднятие и Жуинское чешуйчато-надвиговое осложнение. По данным С. В. Руженцева, Чжан Бу-чуня [35], В. Л. Масайтиса и др. [17], Уринское поднятие возникло позже линейных дислокаций Предпатомского регионального прогиба. На эти дислокации также наложено Жуинское чешуйчато-надвиговое осложнение. Уринское поднятие и Жуинское осложнение объединены в Уринско-Жуинскую складчато-чешуйчатую зону, скорее всего синхронную Вилюйскому рифтогенезу, о чем свидетельствует увеличение напряженности дислокаций с севера на юг – от Уринского поднятия к Жуинскому осложнению [30]. Это согласуется с ростом напряжений сжатия при вращении Алданского мегаблока по часовой стрелке с удалением от нейтральной линии на юг, отвечает результатам построений в работе [42] и подтверждает относительные перемещения с элементами вращения Ангаро-Анабарского и Алданского мегаблоков в неопротерозое и среднем палеозое.

Со становлением Вилюйского рифта, как уже отмечалось, некоторые палеомагнитологи [28] связывают основное вращение (до 20–30°) Анабарского мегаблока (против часовой стрелки) относительно Алданского в среднем палеозое. В более поздней работе В. Э. Павлова с соавторами [44] наряду с вращениями мегаблоков подсчитаны амплитуды

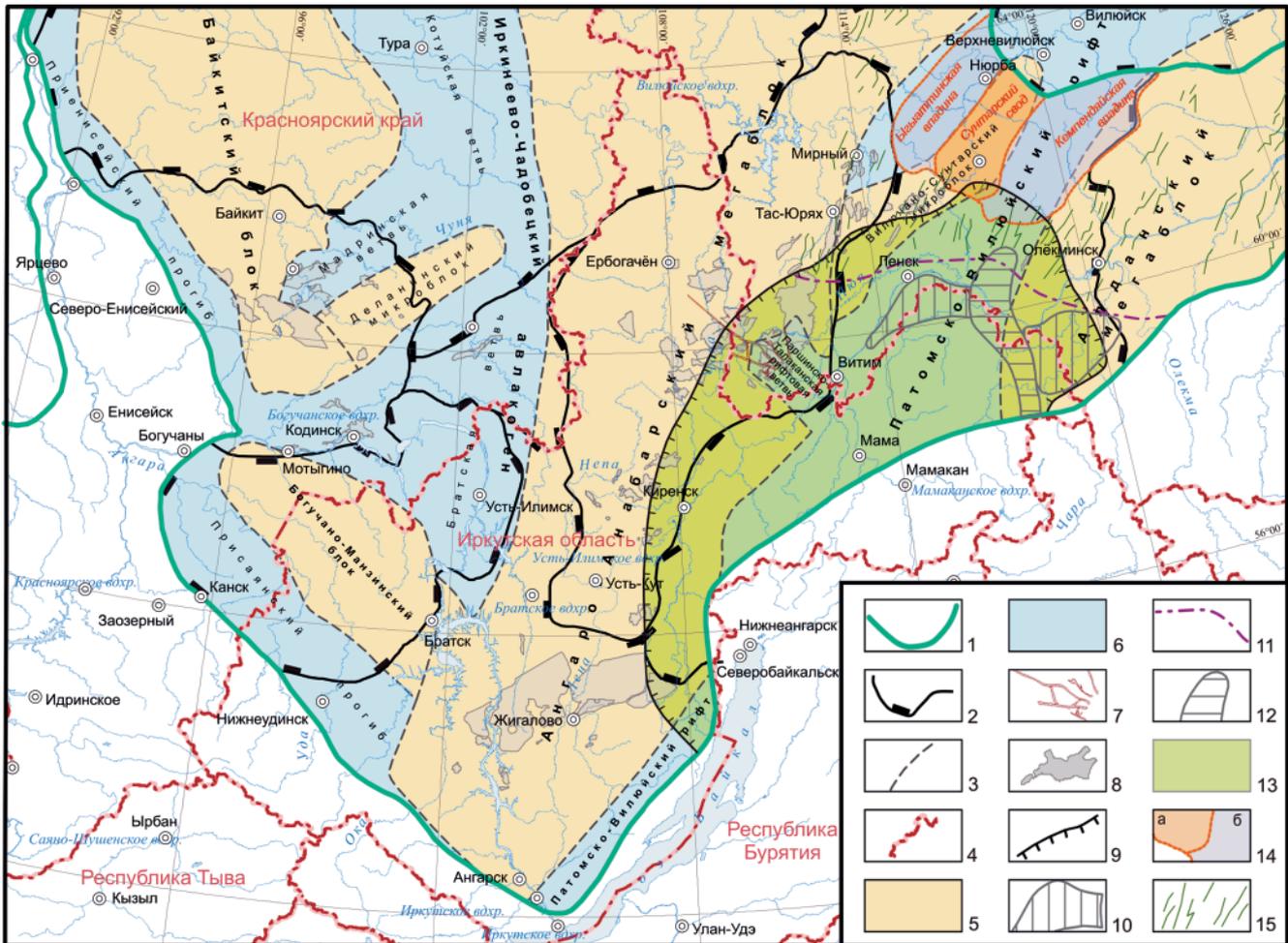


Рис. 5. Раннегерцинская геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НПП

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НПП, 2 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 3 – неопротерозойских структурных элементов, 4 – административные; неопротерозойские структуры: 5 – жесткие, 6 – мобильные; 7 – микрограбены; 8 – месторождения УВ; 9 – фронт аллохтона; 10 – поля силлов; 11 – линия раздела областей растяжения и сжатия; 12 – Уринско-Жуинская складчато-чешуйчатая зона; 13 – Предпатомский складчато-надвиговый пояс; 14 – раннегерцинские поднятия (а), депрессии (б); 15 – трапповые дайки

их раздвижения в районах профилей ГСЗ «Кимберлит» и «Кратон» – 45 и 230 км соответственно.

Оценка растяжения земной коры Вилюйского рифта в среднем палеозое без учета вращательных движений его плечей проведена О. П. Полянским и др. [32]. Ими принята толщина коры перед средним палеозоем в пределах рифта и на его плечах 42 км, ширина области рифтогенеза – 300 км. В результате растяжение составило 60 км.

Анализируя величины растяжения Вилюйского бассейна в работах В. Э. Павлова и др. [44], О. П. Полянского и др. [32], следует отметить недоучет неопротерозойских дислокаций, в результате которых, несомненно, толщина земной коры на исследуемой территории сокращалась. Также эти модели резко отличаются принятыми размерами областей растяжения. Кроме того, В. Э. Павлов с соавторами говорят об области растяжения от центра вращения, но не упоминают синхронной области сжатия с другой стороны, которая установлена у центра вращения в модели [42]. Амплитуда расширения Вилюйского рифта в приустьевой части р. Вилюй в 230 км также

весьма сомнительна: она составляет более половины ширины рифта и в 3 с лишним раза превышает расхождение Вилюйско-Мархинского и Чаро-Синского дайковых поясов. Видимо, расхождения бортов Вилюйского рифта в низовьях р. Вилюй на 70 км целесообразно принять за основу. До 6 % амплитуды растяжения приходится на дайковые пояса [32].

Раздвиг рифта в районе барьерного рифа томмотско-атдабанского века в средней части исследуемой территории составил 30–40 км. Это привело к расчленению цельного барьерного рифа на изолированные блоки с зияниями между ними. Причем масштабы зияний между отдельными массивами нарастают с юго-запада на северо-восток. Понимание этого крайне важно при интерпретации сейсмических материалов и данных по нефтегазоносности Вилюйской рифтовой системы.

Процесс вращения крупных блоков Земли не уникален. В настоящее время он происходит в Восточно-Африканской рифтовой системе [12, 13]. По подсчетам В. Г. Казьмина [9], угол поворота между Аравией и Африкой (Нубийская плита) составил 4,7°,

а между Аравией и Сомали – $4,9^\circ$. Поскольку развитие Восточно-Африканских рифтов продолжается, можно предполагать, что эти углы между перечисленными плитами будут близки к величине вращения плеч Патомско-Вилюйского авлакогена.

Позднегерцинский тектогенез

В позднем палеозое началось формирование осадочного чехла Вилюйской и Тунгусской синеклиз. В пределах Вилюйской синеклизы накапливалась первая половина верхоянского (верхний карбон – пермь) комплекса пород со стороны Верхоянья. Эти

отложения проникали до Сунтарского свода. Максимальные (более 3,5 км) их толщины зафиксированы на Средневилюйской площади.

Развитие Тунгусской синеклизы привело к ее наложению на северо-запад Непско-Ботубинской антеклизы и его погружению и смещению палеошарнира антеклизы к юго-востоку на расстояние до 100–200 км.

Формирование Тунгусской синеклизы сопровождалось мощнейшим трапповым магматизмом на рубеже пермо-триаса, который коренным образом повлиял на развитие всей биосферы Земли и был

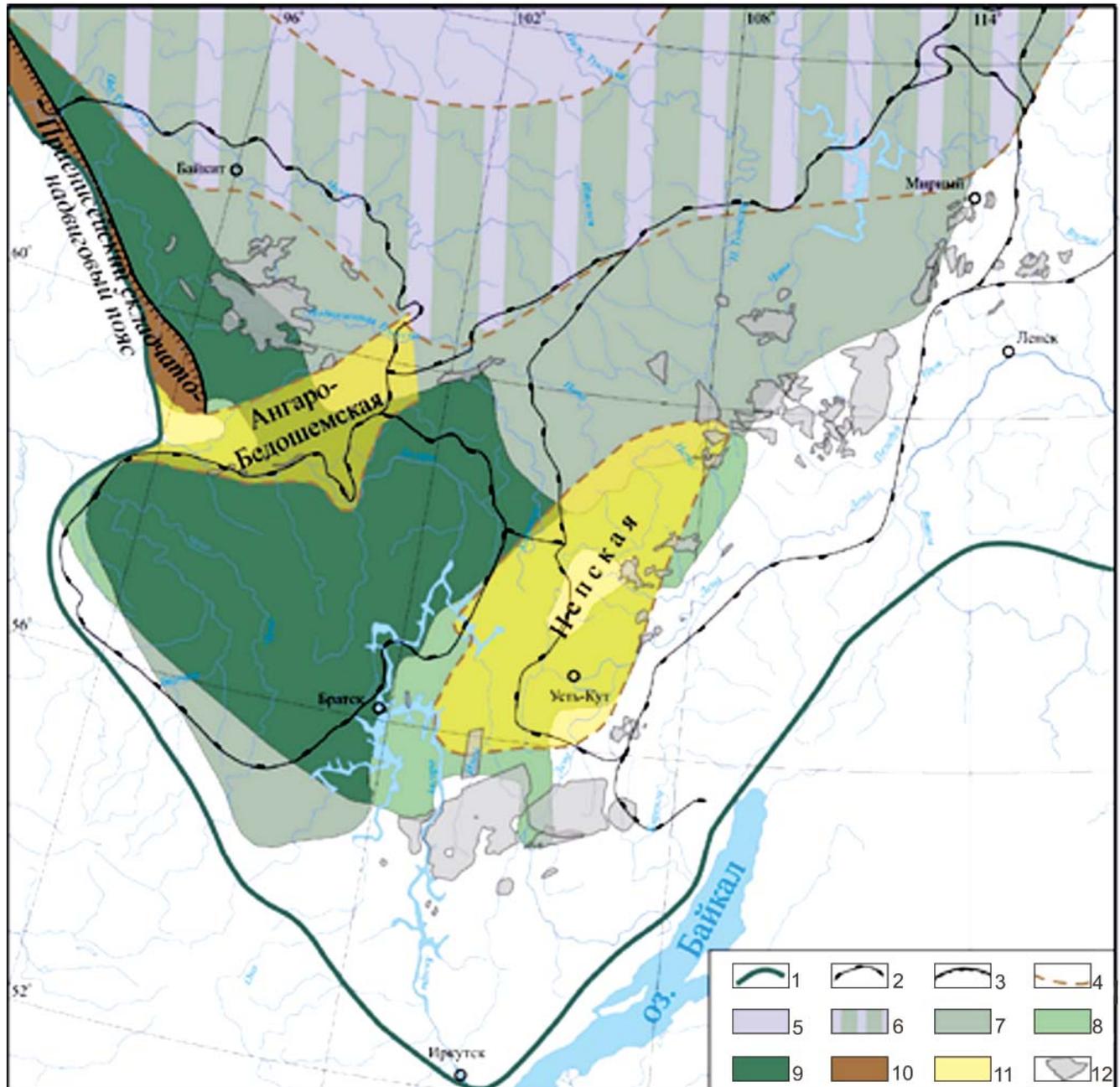


Рис. 6. Районирование траппового магматизма и складчатости позднегерцинского тектогенеза

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НПП, 2 – основных надпорядковых структур по отложениям венда, 3 – зоны складчатости, синхронные трапповому магматизму, 4 – зон траппового магматизма; основные области траппового магматизма: 5 – преимущественно эффузивная, 6 – пояс С. Обручева, 7 – поле верхних пластовых интрузий, 8 – Усольский силл; 9 – наложение на Усольский силл поля верхних пластовых интрузий; 10 – окраинно-платформенные складчато-надвиговые дислокации; 11 – внутриплатформенные зоны складок; 12 – месторождения УВ

следствием развития в недрах Земли суперплюма на обширнейшей территории от Монголии до Баренцева моря [6].

Поле распространения траппов четко разделяется на северную, южную и центральную области (рис. 6). Первая расположена севернее верховьев р. Таймура и представлена преимущественно базальтовыми покровами. Во второй, находящейся южнее бассейна р. Чуня, доминируют интрузии пластовой формы. Между ними располагается зона с распространением дайковых тел незакономерной ориентировки, часто извилистой или кольцевой формы, палеовулканов, с высоким содержанием пирокластики. Ранее эта зона в несколько суженных размерах выделялась П. Е. Оффманом [27] под названием «пояс С. Обручева».

Морфология траппов зависит от строения осадочного чехла, распределения в нем геостатических напряжений. Появление эффузивной зоны траппов, скорее всего, связано с преобладанием растягивающих напряжений. Это подтверждается ее приуроченностью к максимальным глубинам погружения фундамента в Тунгусской синеклизе и вытянутостью пояса даек вдоль ее северо-восточного борта.

Доминирование пластовых интрузий в южной зоне однозначно свидетельствует об условиях горизонтального сжатия [21]. Пояс С. Обручева, насыщенный неправильными, извилистыми дайками, представляет собой переходную зону между обстановками тектонического растяжения (Тунгусская синеклиза севернее пояса С. Обручева) и сжатия (более южные районы). Следовательно, траппы внедряются не только при растяжении, как это следует из преобладающих представлений, но и при сжатии.

Синхронно или близко по времени трапповому магматизму возникли Приенисейский складчато-надвиговый пояс, Ангаро-Бедошемская и Непская зоны складчатости (см. рис. 6). Приенисейский складчато-надвиговый пояс закартирован вдоль северо-северо-западного фаса Енисейского кряжа. В сечении трансекта «Батолит» он представлен интенсивно нарушенными надвигами отложениями чехла платформы в интервале 118–131 км [31]. С учетом косоугольного сечения трансектом складчато-надвигового пояса его поперечная ширина составляет 10 км, а южнее широты 60° увеличивается до 50 км (рис. 7). На юге пояс ограничивается Ангаро-Бедошемской зоной складчатости.

Возраст Приенисейского складчато-надвигового пояса принят как позднегерцинский в связи с вовлечением в дислоцированность отложений карбона и части поверхностных трапповых тел и наложением на него ангаро-бедошемских дислокаций.

Ширина пояса складчато-надвиговых дислокаций порядка 10 км больших возражений не вызывает [38]. Его расширение до 50 км обосновывается впервые, поэтому приведем фактический материал в пользу данных представлений. На сейсмических профилях 8611489 и 313091 картируются антикли-

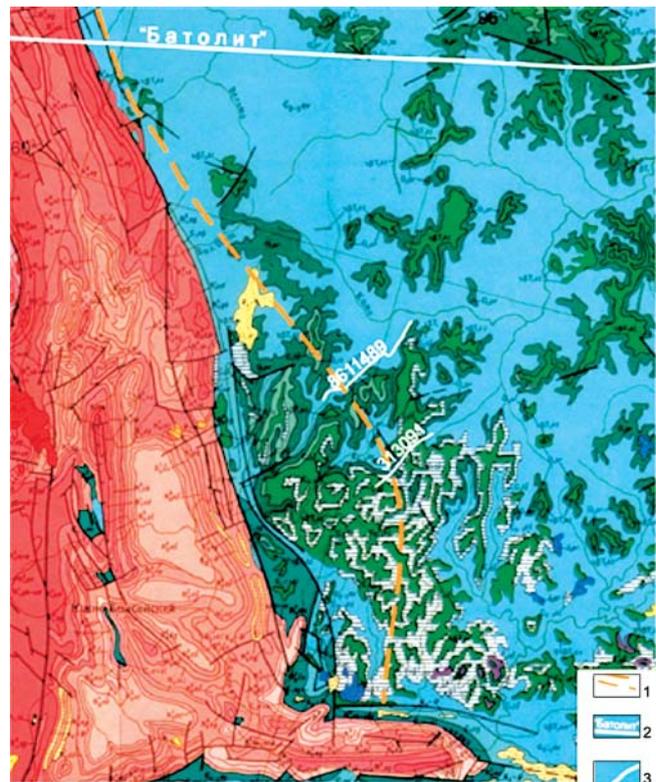


Рис. 7. Положение фронта Приенисейского складчато-надвигового пояса в его южной части

1 – линия фронта; 2 – трансект «Батолит»; 3 – сейсмические профили с номерами

нальные перегибы в надсоленосных отложениях осадочного чехла над моноклинальным залеганием венда и рифея (рис. 8) – полная аналогия с валлообразными структурами Предпатомского складчато-надвигового пояса. Логичность объединения этих антиклиналей в единую структуру вытекает из близости ее простирания к фаса Енисейского кряжа и цепочки разрывов аналогичного простирания, выделенных на геологической карте в 5 км северо-восточнее шарнира намечаемой валлообразной структуры. В такой интерпретации отмеченная цепочка разрывов – это вероятный выход detachмента на дневную поверхность.

Ангаро-Бедошемские дислокации выделены нами на юге Байкитской антеклизы. Они развиты от Иркинеевского структурного мыса на западе до Берямбинского куполовидного поднятия на востоке и Бедошемского вала на северо-востоке. В эту же зону включено и Чадобецкое куполовидное поднятие. Перечисленные структуры полностью расположены в пределах Иркинеево-Чадобецкого авлакогена, что свидетельствует об унаследованности мобильных структур во времени.

Непская зона складчатости расположена в юго-западной части Непско-Ботуобинской антеклизы западнее Предпатомского складчато-надвигового пояса каледонского возраста (см. рис. 1). Ее положение в пространстве и во времени обнаруживает связь со строением Усольского силла. Эта связь заключается:

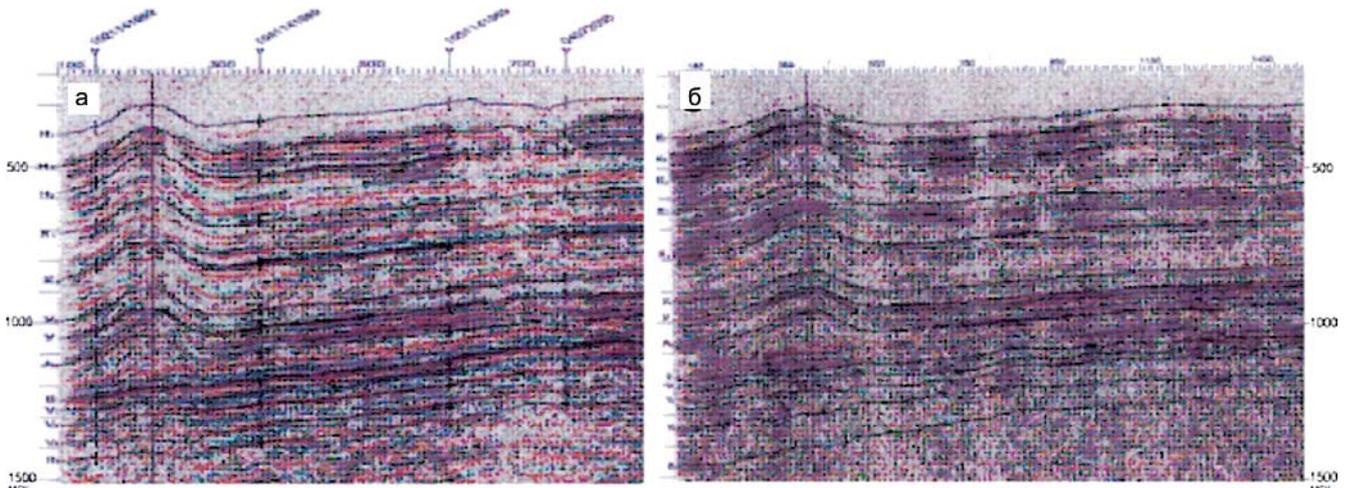


Рис. 8. Фронтальная часть Приенисейского складчато-надвигового пояса на профилях 8611489 (а), 313091 (б)

– в залегании корней дислокаций над силлом; на территории локализации силла в усольской свите линейные складки затрагивают верхнюю часть усольской свиты (Илимская, Касаткинская, Дулисьминская и другие площади), при залегании силла в бельской и ангарской свитах корни непских дислокаций не опускаются ниже этих свит (Кийская, Даниловская площади);

– в синхронности формирования Усольского силла и Непской зоны дислокаций – на рубеже перми и триаса;

– в увеличении контрастности, напряженности, количества линейных структур вблизи границ выклинивания силла (Марковская, Верхнетирская, Непская и другие площади) и вблизи рампов – ступенчатых переходов силла с одного стратиграфического уровня на другой (Каймоновский, Литвинцевский валы), являющихся зонами выклинивания по отношению к отдельным уровням локализации силла.

Определяющим процессом в этой связи, более вероятно, был магматизм. Он привел к резкому изменению геодинамической напряженности осадочного чехла и срыву по магматическому расплаву над интрузивной толщей с ее смятием в складки. Движение оползающей части чехла происходило в направлении преобладающих наклонов силла и палеорельефа дневной поверхности – к западу [22].

Таким образом, Непская зона дислокаций имеет чисто гравитационную природу, относится к навешенным образованиям, что коренным образом отличает ее от складчато-надвиговых поясов, развивающихся по периферии платформ и уходящих корнями в глубины земной коры в смежных складчатых областях. Это объясняет расположенность Непской зоны целиком в пределах Ангаро-Анабарского жесткого мегаблока.

Пластовые трапповые интрузии, развитые в осадочной толще исследуемого региона образуют два обширных поля – Усольский силл, фиксируемый в венде и низах кембрия, и поле развития более верхних интрузий (от бельской свиты нижне-

го кембрия до ордовика и силура) (см. рис. 6). Их становление происходило, когда уже существовали скопления нефти и газа, поэтому проблема влияния на них возникающих крупных трапповых полей весьма интересна. В силу большей приближенности Усольского силла к продуктивным горизонтам, он интенсивнее влиял на нефтегазоносность [20, 21].

Надо сказать, что региональная граница выклинивания Усольского силла контролировалась шарнирными перегибами Байкитской и Непско-Ботуобинской антеклиз. Фиксируется также его выклинивание вдоль юго-юго-восточных склонов Собинско-Тэтэрского выступа, Чадобецкого куполовидного поднятия, Иркинеевского структурного мыса. В некоторых случаях срыв надтрапповой толщи по расплаву приводил к увеличению ее толщины на участках сгуживания и к созданию окон отсутствия интрузий в региональном поле распространения пластовых тел. Весьма показателен в этом плане район верховьев рек Непы, Нижняя Тунгуска, Кута и Большая Тира (см. рис. 6).

Подобные окна в районах распространения крупных пластовых интрузий траппов могут представлять интерес в нефтегазопоисковом отношении, поскольку отжатие УВ в направлении пониженного барического воздействия магматического расплава здесь должно проявляться максимально. Как пример такого отжатия, вероятно, можно привести открытые в последнее десятилетие Ичодинское, Токминское, Большетирское месторождения УВ, расположенные внутри или на границе окна в поле Усольского силла.

Мезозойский тектогенез

Крупнейшие структуры мезозоя – Вилюйская синеклиза, наращивающий ее к юго-западу Ангаро-Вилюйский прогиб и обособленная Присаянская впадина. Выполнены они терригенными отложениями с содержанием углей, иногда в промышленном объеме. Максимальные толщины (до 4 км) мезозоя фиксируются в Вилюйской синеклизе. В пределах Ангаро-Вилюйского прогиба Приса-

янской впадины эти толщины редко превышают 0,5 км. Долгомостовская (Ангаро-Вилуйский прогиб) и Присяянская впадины расположены вплотную к Канскому и Шарыжалгайскому выступам фундамента Сибирской платформы, надвинутым на ее осадочный чехол.

Вилуйская синеклиза, по сути, наследует Вилуйский среднепалеозойский рифт в расширенном объеме. Ангаро-Вилуйский прогиб имеет повышенные толщины юрско-меловых пород также в Ковинской, Мурско-Чунской и Долгомостовской впадинах, выделяемых по подстилающим отложениям.

Контрастные дислокации мезозоя проявились в виде Присяяно-Прибайкальского складчато-надвигового пояса, интрузий карбонатитовой магмы, развитию вулканических трубок взрыва часто с железорудной минерализацией и внедрении карбонатитов, кимберлитов, ультраосновных субщелочных тел Чадобецкого и Хушминского комплексов (рис. 9).

Присяяно-Прибайкальский складчато-надвиговой пояс делится на три основных сегмента – Та-

сеевский, Присяянский и Прибайкальский. Первый состоит из валообразных структур (Унжинско-Кокуйская, Троицко-Михайловская и др.), развитых на западе Присяяно-Енисейской синеклизы. Судя по вовлечению в дислоцированность нижнемеловых отложений, они имеют постранимеловый возраст. Ширина дислоцированных пород достигает 60 км.

Тасеевскому сегменту складок по возрасту близок известный Ангарский надвиг, роль которого в тектонике юга Сибирской платформы широко обсуждалась геологической общественностью (М. М. Тетяев, В. А. Обручев и др.). В его зоне отмечается залегание кристаллических сланцев архея на дислоцированных породах юры. Фронтальная часть прослежена на десятки километров, в основном в северо-западном направлении – вдоль контакта архея Шарыжалгайской глыбы с палеозойскими отложениями осадочного чехла. Применение специальных тектонофизических исследований [36] позволило определить амплитуду Ангарского надвига 10–15 км.

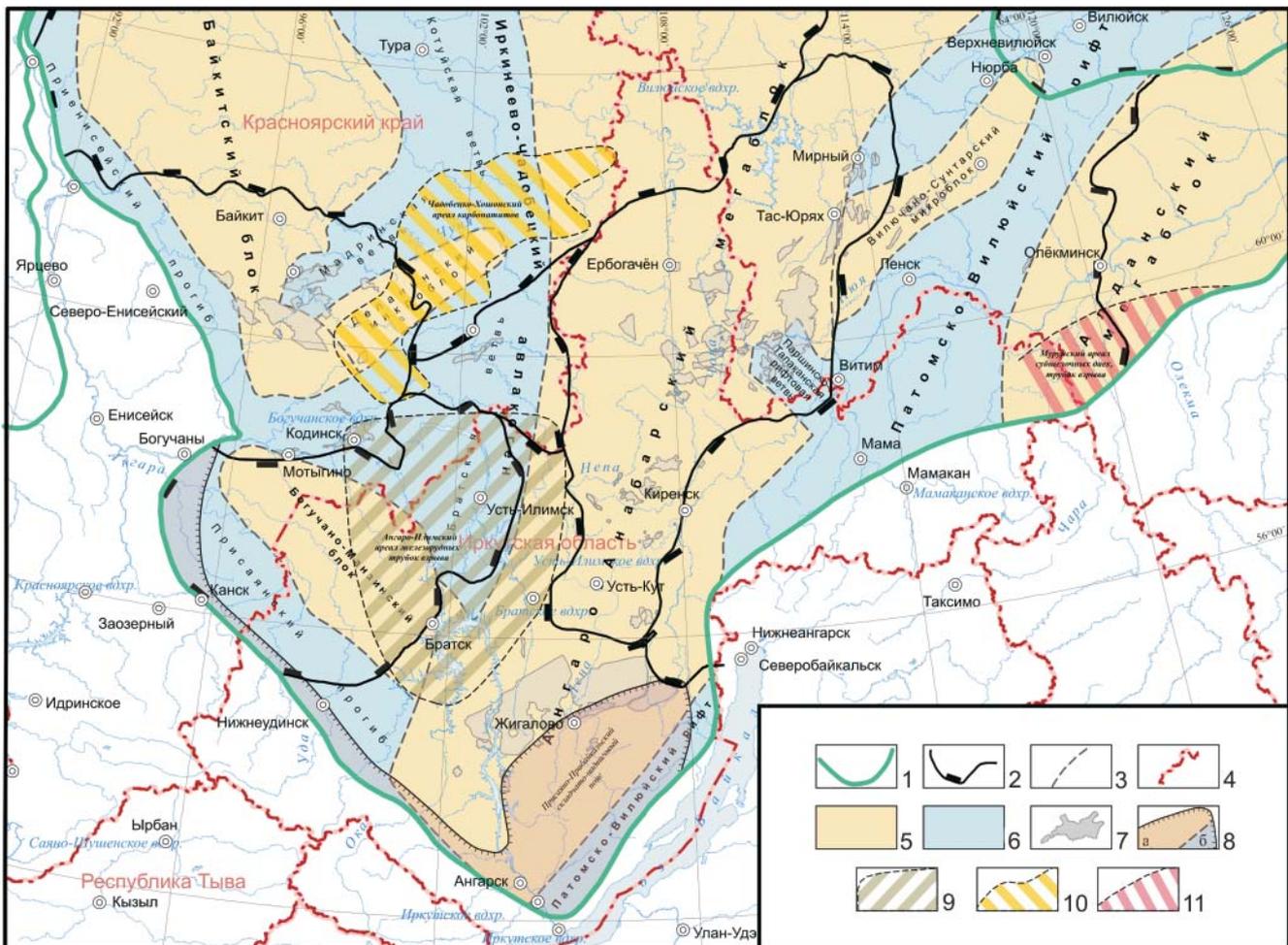


Рис. 9. Мезозойская геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НГП

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НГП, 2 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 3 – неопротерозойских структурных элементов, 4 – административные; неопротерозойские структуры: 5 – жесткие, 6 – мобильные; 7 – месторождения УВ; 8 – складчато-надвиговые пояса, наложенные на жесткие блоки (а), мобильные зоны (б); ареалы магматических тел: 9 – железорудных трубок взрыва, 10 – карбонатитов, 11 – субщелочных интрузий, трубок взрыва

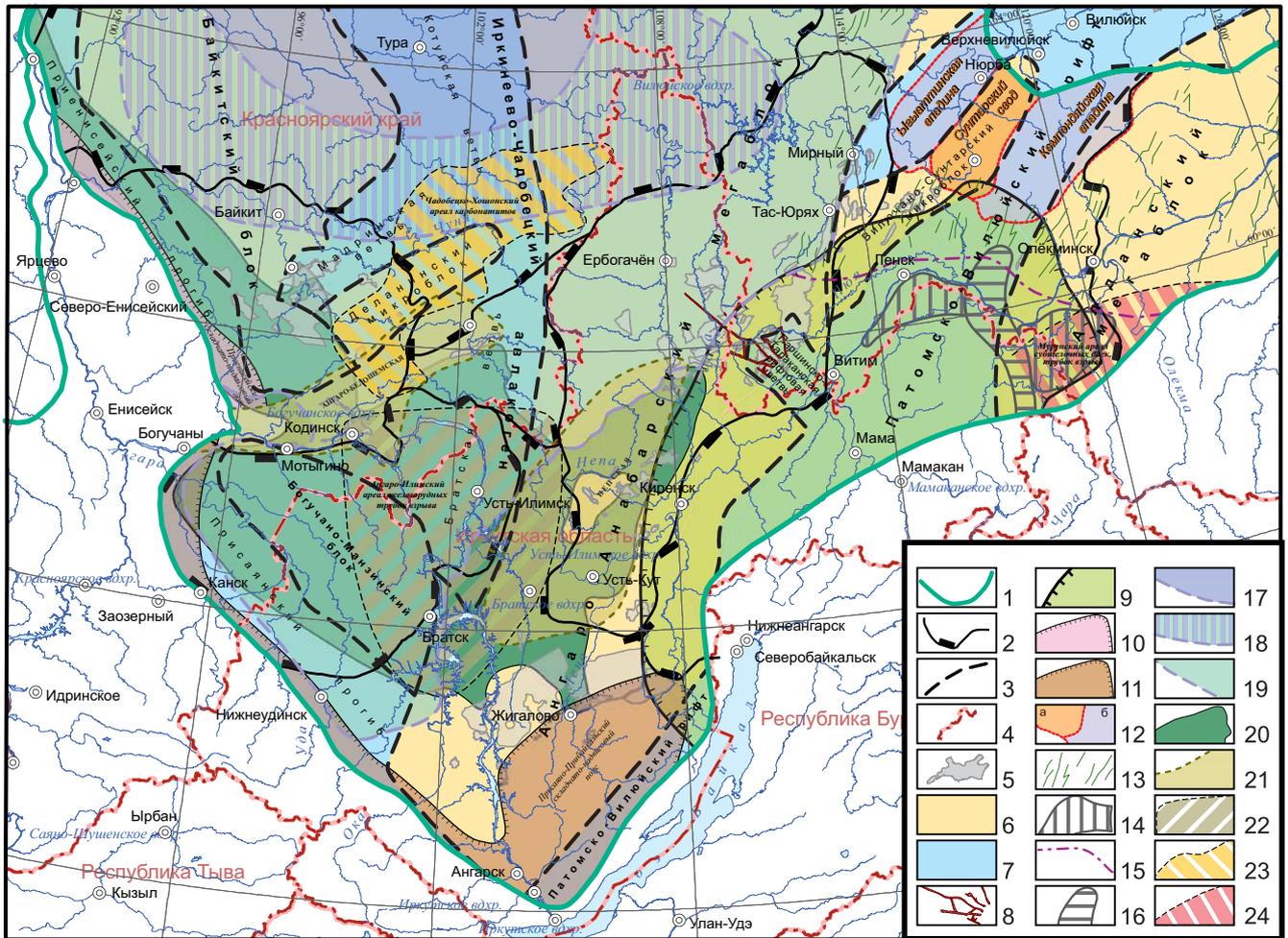


Рис. 10. Итоговая геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НГП

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НГП, 2 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 3 – неопротерозойских структурных элементов, 4 – административные; 5 – месторождения УВ; неопротерозойские структуры: 6 – жесткие, 7 – мобильные, 8 – микрогравены; складчато-надвиговые пояса: 9 – каледонский, 10 – позднегерцинский, 11 – мезозойский; 12 – раннегерцинские поднятия (а), впадины (б); раннегерцинский магматизм: 13 – пояса даек, 14 – район доминирования силлов; 15 – линия раздела областей растяжения и сжатия; 16 – Уринско-Жуинская складчато-чешуйчатая зона; позднегерцинские структуры: 17 – поле преимущественно эффузивных траппов, 18 – пояс С. Обручева, 19 – область доминирования силлов, 20 – Уольский силл, 21 – зоны складчатости, синхронные трапповому магматизму; ареалы мезозойского магматизма: 22 – железорудных трубок взрыва, 23 – карбонатитов, 24 – субщелочных даек, трубок взрыва

В Присянском сегменте широко развиты взброснадвижки, вытянутые вдоль фаса Саянских гор. Это свидетельствует об их развитии в обстановке сжатия.

Более масштабен Прибайкальский сегмент складчато-надвигового пояса. Он охватывает территорию от Ангарского надвига на юге до Аkitканского хребта на северо-востоке и от Приморского хребта на юго-востоке до Жигаловского вала на северо-западе. Его протяженность 420 км, ширина 200 км. Возраст Прибайкальского сегмента принят как мезозойский на основании постепенности перехода Ангарского надвига в прибайкальские линейные дислокации и переработке субмеридиональных каледонских структур (Хандинский, Киренгский валы) в верховьях р. Киренга.

Главными структурами Прибайкальского сегмента являются Божеханский и Жигаловский валы, между которыми выделяются более мелкие склад-

чато-надвиговые осложнения. Протяженность обоих валов около 200 км, ширина 10–15 км, амплитуда по кровле усольской свиты до 700 м

Геодинамические активизации в мезозое проявились и в виде магматических процессов насыщения обширных областей мелкими интрузиями (штоки, дайки) карбонатитового состава (Чадобецко-Хшонский ареал), железорудными трубками взрыва (Ангаро-Илимский ареал) и мелкими гипабиссальными интрузивами субщелочных пород, известково-щелочных гранитоидов (Мурунский ареал) (см. рис. 9). Их влияние на нефтегазоносность практически не изучено.

Специальное исследование воздействия на нефтегазоносность необходимо провести для Чадобецко-Хшонского ареала карбонатитов. Повышенная по сравнению с основной магмой температура и пониженная вязкость карбонатитового расплава при внедрении в осадочный чехол, несомненно,

оказывали более масштабные метаморфические и метасоматические преобразования вмещающих осадочных пород. Но пока эта проблема совершенно не исследована.

Мурунский ареал выделен на юге Березовской впадины и смежной территории Алданской антеклизы (см. рис. 9). В нем присутствуют редкие мелкие интрузии, дайки субщелочных пород, трубки взрыва, которые не могли оказывать заметного воздействия на нефтегазоносность. Поэтому этот ареал не входит в число первоочередных для более детального изучения.

Наложение мезозойского тектогенеза на каркас более древних тектонических структур подводит итог геодинамическому развитию юга Лено-Тунгусской НГП (рис. 10), поскольку явных более поздних неотектонических активизаций здесь не зафиксировано.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гайдук В. В.** Вилкойская среднепалеозойская рифтовая система. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1988. – 127 с.
2. **Гайдук В. В., Прокопьев А. В.** Методы изучения складчато-надвиговых поясов. – Новосибирск: Наука, 1999. – 160 с.
3. **Глобальные** закономерности нефтегазоносности докембрия Земли / А. Э. Конторович, А. А. Трофимук, А. К. Башарин и др. // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37, № 8. – С. 6–42.
4. **Гуревич Е. Л.** Палеомагнетизм ордовикских отложений в разрезе на р. Мойеро // Палеомагнитные методы в стратиграфии. – Л., 1984. – С. 35–41.
5. **Дайковые** рои южного фланга Сибирского кратона – индикаторы распада суперконтинента Родиния / Е. В. Скляр, Д. П. Гладкочуб, А. М. Мазукабзов и др. // Геотектоника. – 2000. – № 6. – С. 59–75.
6. **Добрецов Н. Л.** Пермотриасовый магматизм в Евразии как отражение суперплюма // Докл. АН СССР. – 1997. – Т. 354, № 2. – С. 220–223.
7. **Докембрий** Патомского нагорья / А. И. Иванов, В. И. Лившиц, О. В. Перевалов и др. – М.: Недра, 1995. – 352 с.
8. **Зоненшайн Л. П., Кузьмин М. И., Натопов Л. М.** Тектоника литосферных плит территории СССР: в 2 кн. – М.: Недра, 1990. – Кн. 1. – 328 с.; кн. 2. – 334 с.
9. **Казьмин В. Г.** Рифтовые структуры Восточной Африки – раскол континента и зарождение океана. – М.: Наука, 1987. – 205 с.
10. **Комплексы-индикаторы** процессов растяжения на юге Сибирского кратона в докембрии / Д. П. Гладкочуб, Т. В. Донская, А. М. Мазукабзов и др. // Геология и геофизика. – 2007. – № 1. – С. 22–41.
11. **Кузьмин М. И., Ярмолюк В. В.** Мантийные плюмы северо-восточной Азии и их роль в формировании эндогенных месторождений // Геология и геофизика. – 2014. – № 2. – С. 153–184.
12. **Лаутон А. С.** Структурные взаимоотношения Аденского залива, Красного моря и депрессии Афар в Эфиопии // Система рифтов Земли. – М.: Мир, 1970. – С. 61–73.
13. **Ле Пишон К., Франшто Ж., Боннин Ж.** Тектоника плит. – М.: Мир, 1977. – 288 с.
14. **Левашов К. К.** Среднепалеозойская рифтовая зона Сетте-Дабана // Докл. АН СССР. – 1974. – Т. 219, № 3. – С. 689–692.
15. **Левашов К. К.** Среднепалеозойская рифтовая система востока Сибирской платформы // Советская геология. – 1975. – № 10. – С. 49–58.
16. **Мануйлова М. М.** Геология и геохронология докембрия Байкальской горной области и проблема байкалитид // Геология и геофизика, 1991. – № 9. – С. 58–67.
17. **Масайтис В. Л., Михайлов М. В., Селивановская Т. В.** Вулканизм и тектоника Патомско-Вилкойского среднепалеозойского авлакогена. – М.: Недра, 1975. – 183 с.
18. **Мегакомплексы** и глубинная структура земной коры нефтегазоносных провинций Сибирской платформы / М. П. Гришин, В. С. Старосельцев, В. С. Сурков и др. – М.: Недра, 1987. – 204 с.
19. **Мигурский А. В.** Виргации дислокаций и прогноз погребенных поднятий в зоне сочленения Сибирской платформы с Байкало-Патомским нагорьем // Фундаментальные проблемы геологии и тектоники Северной Евразии: тез. докл. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – С. 42–44.
20. **Мигурский А. В.** Динамическое воздействие траппового магматизма на нефтегазоносность Непско-Ботуобинской антеклизы // Тектонические критерии прогноза нефтегазоносности Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1986. – С. 26–34.
21. **Мигурский А. В.** Масштабные латеральные перемещения пород и флюидов на Сибирской платформе // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2010. – № 1. – С. 53–57.
22. **Мигурский А. В.** Трапповый магматизм и непские дислокации // Тектоника нефтегазоносных областей Сибири. – Новосибирск, СНИИГГиМС, 1983. – С. 97–103.
23. **Мигурский А. В., Старосельцев В. С.** Зоны разломов – естественные насосы природных флюидов // Отечественная геология. – 2000. – № 1. – С. 56–59.
24. **Мигурский А. В., Старосельцев В. С.** Шарьяжное строение зоны сочленения Сибирской платформы с Байкало-Патомским нагорьем // Советская геология. – 1989. – № 7. – С. 9–15.
25. **Мигурский А. В., Ефимов А. С., Старосельцев В. С.** Новые направления нефтегазопроисковых работ в Предпатомском региональном прогибе (Сибирская платформа) // Геология нефти и газа. – 2012. – № 1. – С. 19–27.
26. **Новая** модель строения земной коры юга Сибирской платформы по данным глубинного



сейсмопрофилирования МОГТ / А. В. Мигурский, М. И. Баранова, В. И. Вальчак и др. // Модели земной коры и верхней мантии по результатам глубинного сейсмопрофилирования: матер. Междунар. науч.-практ. сем. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. – С. 94–98.

27. **Оффман П. Е.** Тектоника и вулканические трубки центральной части Сибирской платформы // Тектоника СССР. Т. IV. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 5–339.

28. **Павлов В. Э., Петров П. Ю.** Палеомагнетизм рифейских отложений Иркинеевского поднятия Енисейского кряжа – новый довод в пользу единства Сибирской платформы в среднем рифее // Физика Земли. – 1997. – № 6. – С. 42–55.

29. **Палеомагнитология** / А. Н. Храмов, Г. И. Гончаров, Р. А. Комиссарова и др. – Л.: Недра, 1982. – 312 с.

30. **Петров М. М., Александров А. Р., Сивцев А. И.** Надвиговые дислокации в Березовской впадине // Нефтегазовое дело. – 2012. – № 4. – С. 502–513. – Точка доступа: <http://www.ogbus.ru>.

31. **Приоритетные** направления работ на нефть и газ в Восточной Сибири на основе результатов обработки опорных и региональных геофизических профилей / Н. А. Горюнов, В. И. Вальчак, А. А. Евграфов и др. // Комплексирование геолого-геофизических методов при обосновании нефтегазопоисковых объектов на Сибирской платформе (в Восточной Сибири и республике Саха (Якутия)): матер. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2009. – С. 226–234.

32. **Рифтогенная** природа формирования Вилюйского бассейна (Восточная Сибирь) на основе реконструкций осадконакопления и механико-математических моделей / О. П. Полянский, А. В. Проккопьев, А. В. Бабищев и др. // Геология и геофизика. – 2013. – № 2. – С. 163–183.

33. **Розен О. М.** Сибирский кратон: тектоническое районирование, этапы эволюции // Геотектоника. – 2003. – № 3. – С. 3–21.

34. **Розен О. М., Федоровский В. С.** Коллизионные гранитоиды и расслоение земной коры (примеры кайнозойских, палеозойских и протерозойских коллизионных систем). – М.: Научный мир, 2001. – 188 с.

35. **Руженцев С. В., Чжан Бу-чунь** О тектонике северных частей Патомского нагорья // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1961. – № 9. – С. 37–48.

36. **Сизых В. И., Малых А. В., Новокшенов Ю. А.** Новые данные об Ангарском надвиге // Докл. АН СССР. – 1982. – Т. 261, № 1. – С. 184–187.

37. **Состав** и источники девонского вулканизма Вилюйского рифта / А. И. Киселев, В. В. Ярмолюк, А. В. Никифоров, К. Н. Егоров // Докл. РАН. – 2007. – Т. 414, № 6. – С. 798–804.

38. **Старосельцев В. С., Мигурский А. В., Старосельцев К. В.** Енисейский кряж и его сочленение с Сибирской платформой и Западно-Сибирской плитой // Геология и геофизика. – 2003. – № 1–2. – С. 76–85.

39. **Тектоника**, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / под ред. Л. М. Парфенова, М. И. Кузьмина. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001 – 571 с.

40. **Элементы** платиновой группы в мафитах Патомско-Вилюйского авлакогена (восточная часть Сибирской платформы) / В. Л. Масайтис, С. Годерис, Ф. Клейс, Ф. Ванекке // Региональная геология и металлогения. – 2012. – № 52. – С. 83–94.

41. **A one-billion-year gap** in the Precambrian history of the Southern Siberian craton and problem of the Transproterozoic supercontinent / D. P. Gladkochub, T. V. Donskaya, M. T. D. Wingate et al. // American Journal of Sciences. – 2010. – Vol. 310. – P. 812–825.

42. **Cocks L. R. M., Torsvik T. H.** Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Paleozoic // Earth-Science Reviews. – 2007. – Vol. 82. – P. 29–74.

43. **Ernst R. E., Buchan K. L.** The use of mafic dike swarms in identifying and locating mantle plumes // Mantle plumes: their identification through time / eds. R. E. Ernst, K. L. Buchan. – Geol. Soc. Amer. Spec. – 2001. – Papers 352. – P. 247–266.

44. **Pavlov V., Bachtadse V., Mikhailov V.** New Middle Cambrian and Middle Ordovician paleomagnetic data from Siberia: Llandelian magnetostratigraphy and relative rotation between the Aldan and Anabar-Angara blocks // Earth Planet. Sci. Lett. – 2008. – Vol. 276. – P. 229–242.

REFERENCES

1. Gayduk V.V. *Vilyuyskaya srednepaleozoyskaya riftovaya sistema* [Vilyui Middle Paleozoic Rift System]. Yakutsk, YaF SB AS USSR Publ., 1988. 127 p. (In Russ.).
2. Gayduk V.V., Prokopyev A.V. *Metody izucheniya skladchato-nadvigovykh poyasov* [Methods for studying fold-thrust belts]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1999. 160 p. (In Russ.).
3. Kontorovich A.E., Trofimuk A.A., Basharin A.K., et al. [Global patterns of petroleum potential of the Earth's Precambrian]. *Geologiya i geofizika*, 1996, vol. 37, no. 8, pp. 6–42. (In Russ.).
4. Gurevich E.L. [Paleomagnetism of Ordovician deposits in the section on the Moyero River]. *Paleomagnitnye metody v stratigrafii* [Paleomagnetic methods in stratigraphy]. Leningrad, 1984, pp. 35–41. (In Russ.).
5. Sklyarov E.V., Gladkochub D.P., Mazukabzov A.M., et al. [The dike swarms of the southern flank of the Siberian Craton are indicators of the collapse of the Rodinia supercontinent]. *Geotektonika – Geotectonics*, 2000, no. 6, pp. 59–75. (In Russ.).
6. Dobretsov N.L. [Permian-Triassic magmatism in Eurasia as a reflection of the superplume]. *Doklady RAS*, 1997, vol. 354, no. 2, pp. 220–223. (In Russ.).
7. Ivanov A.I., Livshits V.I., Perevalov O.V., et al. *Dokembriy Patomskogo nagor'ya* [Precambrian Patom Highlands]. Moscow, Nedra Publ., 1995. 352 p. (In Russ.).



8. Zonenshain L.P., Kuzmin M.I., Natapov L.M. *Tektonika litosfernykh plit territorii SSSR: V 2 kn.* [Tectonics of lithospheric plates in the territory of the USSR: In 2 books]. Moscow, Nedra Publ., 1990. Book 1, 328 p.; Book 2, 334 p. (In Russ.).
9. Kazmin V.G. *Riftovye struktury Vostochnoy Afriki – raskol kontinenta i zarozhdenie okeana* [East African Rift Structures – a split of the continent and the birth of the ocean]. Moscow, Nedra Publ., 1987. 205 p. (In Russ.).
10. Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Mazukabzov A.M., et al. Signature of precambrian extension events in the southern Siberian Craton. *Russian Geology and Geophysics*, 2007, vol. 48, no. 1, pp. 17–31.
11. Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V. Mantle plumes of Central Asia (Northeast Asia) and their role in forming endogenous deposits. *Russian Geology and Geophysics*, 2014, vol. 55, no. 2, pp. 120–143.
12. Lauton A.S. [Structural relations of the Gulf of Aden, the Red Sea and the Afar Depression in Ethiopia]. *Sistema riftov Zemli* [Earth's Rift System]. Moscow, Mir Publ., 1970, pp. 61–73. (In Russ.).
13. Le Pichon X., Francheteau J., Bonnin J. Plate Tectonics. Elsevier, 1973. 314 c.
14. Levashov K.K. [Middle Paleozoic rift zone of Sette Daban]. *Doklady AS USSR*, 1974, vol. 219, no. 3, pp. 689–692. (In Russ.).
15. Levashov K.K. [Middle Paleozoic rift system of the east of the Siberian platform]. *Sovetskaya geologiya*, 1975, no. 10, pp. 49–58. (In Russ.).
16. Manuylova M.M. [Geology and geochronology of the Precambrian of the Baikal mountain region and the problem of Baikalids]. *Geologiya i geofizika*, 1991, no. 9, pp. 58–67. (In Russ.).
17. Masaytis V.L., Mikhailov M.V., Selivanovskaya T.V. *Vulkanizm i tektonika Patomsko-Vilyuyskogo srednepaleozoyskogo avlakogena* [Volcanism and tectonics of the Patom-Vilyui Middle Paleozoic aulacogen]. Moscow, Nedra Publ., 1975. 183 p. (In Russ.).
18. Grishin M.P., Staroseltsev V.S., Surkov V.S., et al. *Megakompleksy i glubinnaya struktura zemnoy kory neftegazonosnykh provintsiy Sibirskoy platformy* [Megacomplexes and the deep structure of the Earth's crust of the petroleum provinces of the Siberian platform]. Moscow, Nedra Publ., 1987. 204 p. (In Russ.).
19. Migurskiy A.V. [Dislocation virgations and forecast of buried uplifts in the junction zone of the Siberian Platform with the Baikal-Patom upland]. *Fundamental'nye problemy geologii i tektoniki Severnoy Evrazii. Tez. Dokl* [Fundamental problems of geology and tectonics of Northern Eurasia. Theses of reports]. Novosibirsk, 2001, "Geo" Publ., pp. 42–44. (In Russ.).
20. Migurskiy A.V. [Dynamic impact of trap magmatism on the oil and gas potential of the Nepa-Botuboba anticline]. *Tektonicheskie kriterii prognoza neftegazonosnosti Sibirskoy platformy* [Tectonic criteria for predicting the oil and gas potential of the Siberian platform]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 1986, pp. 26–34. (In Russ.).
21. Migurskiy A.V. [Large-scale lateral movements of rocks and fluids on the Siberian platform]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2010, no. 1, pp. 53–57. (In Russ.).
22. Migurskiy A.V. [Trap magmatism and Nepian dislocations]. *Tektonika neftegazonosnykh oblastey Sibiri* [Tectonics of Siberian petroleum regions]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 1983, pp. 97–103. (In Russ.).
23. Migurskiy A.V., Staroseltsev V.S. [Fault zones – natural pumps of natural fluids]. *Otechestvennaya geologiya*, 2000, no. 1, pp. 56–59. (In Russ.).
24. Migurskiy A.V., Staroseltsev V.S. [The overthrust structure of the junction zone of the Siberian platform with the Baikal-Patom highlands]. *Sovetskaya geologiya*, 1989, no. 7, pp. 9–15. (In Russ.).
25. Migurskiy A.V., Efimov A.S., Staroseltsev V.S. [New areas of oil and gas exploration in the Predpatom regional trough (Siberian platform)]. *Geologiya nefti i gaza – Oil and gas geology*, 2012, no. 1, pp. 19–27. (In Russ.).
26. Migurskiy A.V., Baranova V.I., Valchak V.I., et al. [A new model of the earth's crust structure in the south of the Siberian platform according to deep seismic CDP profiling]. *Modeli zemnoy kory i verkhney mantii po rezul'tatam glubinnogo seysmoprofilirovaniya. Materialy Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminara* [Models of the crust and upper mantle based on the results of deep seismic profiling. Materials of the International Scientific and Practical Workshop]. Saint Petersburg, VSEGEI Publ., 2007, pp. 94–98. (In Russ.).
27. Offman P.E. [Tectonics and volcanic pipes of the central part of the Siberian platform]. *Tektonika SSSR – Tectonics of the USSR*, Moscow, AS USSR, 1959, vol. IV, pp. 5–339. (In Russ.).
28. Pavlov V.E., Petrov P. Yu. Paleomagnetism of the Riphean deposits in the Irkineeva uplift, Yenisei Range: new evidence for the integrity of the Siberian Platform in the Middle Riphean. *Izvestiya of the RAS. Physics of the Solid Earth*, 1997, no. 6, pp. 42–55.
29. Khramov A.N., Goncharov G.I., Komissarova R.A., et al. *Paleomagnitologiya* [Paleomagnetology]. Leningrad, Nedra Publ., 1982. 312 p. (In Russ.).
30. Petrov M.M., Aleksandrov A.R., Sivtsev A.I. [Thrust dislocations in the Berezovsky Basin]. *Neftegazovoe delo*, 2012, no. 4, pp. 502–513. Available at: <http://www.ogbus.ru>. (In Russ.).
31. Goryunov N.A., Valchak V.I., Evgrafov A.A., et al. [Priority areas of work for oil and gas in East Siberia based on the results of the development of reference and regional geophysical profiles]. *Kompleksirovanie geologo-geofizicheskikh metodov pri obosnovanii neftegazoposkovykh ob'ektov na Sibirskoy platforme (v Vostochnoy Sibiri i respublike Sakha (Yakutiya))*. *Mater. nauch.-prakt. konf.* [Integration of geological and geophysical methods in the substantiation of oil and gas exploration targets on the Siberian platform (in East Siberia and the Republic of Sakha (Yakutia)). Proc. of



scientific-practical conf.]. Novosibirsk: SNIIGGIMS Publ., 2009, pp. 226–234. (In Russ.).

32. Polyanskiy O.P., Babichev A.V., Reverdatto V.V., et al. The rift origin of the Vilyui basin (East Siberia), from reconstructions of sedimentation and mechanical mathematical modeling. *Russian Geology and Geophysics*, 2013, vol. 54, no. 2, pp. 121–137.

33. Rozen O.M. [Siberian Craton: tectonic zoning, stages of evolution]. *Geotektonika – Geotectonics*, 2003, no. 3, pp. 3–21. (In Russ.).

34. Rozen O.M., Fedorovskiy V.S. *Kollizionnye granitoidy i rassloenie zemnoy kory (primery kaynozoyksikh, paleozoyksikh i proterozoyksikh kollizionnykh sistem)* [Collisional granitoids and stratification of the Earth's crust (examples of Cenozoic, Paleozoic, and Proterozoic collisional systems)]. Moscow, Nauchny mir Publ., 2001. 188 p. (In Russ.).

35. Ruzhentsev S.V., Chzhan Bu-chun. *O tektonike severnykh chastey Patomskogo nagor'ya* [On the tectonics of the northern parts of the Patom Highland]. *Izvestia AN SSSR, ser. geol.*, 1961, no. 9, pp. 37–48. (In Russ.).

36. Sizykh V.I., Malykh A.V., Novokshonov Iu.A. [New data on the Angara thrust]. *Doklady AS USSR*, 1982, vol. 261, no. 1, pp. 184–187. (In Russ.).

37. Kiselev A.I., Yarmolyuk V.V., Nikiforov A.V., Egorov K.N. *Sostav i istochniki devonskogo vulkanizma Vilyuyskogo rifta* [Composition and sources of Devonian volcanism of the Vilyui rift]. *Doklady AS USSR*, 2007, vol. 414, no. 6, pp. 798–804. (In Russ.).

38. Staroseltsev V.S., Migurskiy A.V., Staroseltsev K.V. *Eniseyskiy kryazh i ego sochlenenie s Sibirskoy platformoy i Zapadno-Sibirskoy plitoy* [Yenisei Ridge and its junction with the Siberian Platform and the Western

Siberian Plate]. *Geologiya i geofizika*, 2003, nos. 1–2, pp. 76–85.

39. Parfenova L.M., Kuzmina M.I., eds. *Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Sakha (Yakutiya)* [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the territory of the Republic of Sakha (Yakutia)]. Moscow, MAIK Nauka/Interperiodika Publ., 2001. 571 p. (In Russ.).

40. Masaytis V.L., Goderis S., Kleis F., Vanekke F. *Elementy platinovoy gruppy v mafitakh Patomsko-Vilyuyskogo avlakogena (vostochnaya chast' Sibirskoy platformy)* [Elements of the platinum group in mafites of the Patom-Vilyui aulacogen (eastern part of the Siberian platform)]. *Regional'naya geologiya i metallogeniya*, 2012, no. 52, pp. 83–94. (In Russ.).

41. Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Wingate M.T.D., et al. A one-billion-year gap in the Precambrian history of the Southern Siberian craton and problem of the Transproterozoic supercontinent. *American Journal of Sciences*, 2010, vol. 310, pp. 812–825.

42. Cocks L.R.M., Torsvik T.H. Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Paleozoic. *Earth-Science Reviews*, 2007, vol. 82, pp. 29–74.

43. Ernst R.E., Buchan K.L. The use of mafic dike swarms in identifying and locating mantle plumes. Mantle plumes: their identification through time / eds. R. E. Ernst, K. L. Buchan. *Geol. Soc. Amer. Spec.*, 2001, papers 352, pp. 247–266.

44. Pavlov V., Bachtadse V., Mikhaylov V. New Middle Cambrian and Middle Ordovician paleomagnetic data from Siberia: Llandelian magnetostratigraphy and relative rotation between the Aldan and Anabar-Angara blocks. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 2008, vol. 276, pp. 229–242.

© А. В. Мигурский, 2019