

Алмазоносная литосфера Сибирской платформы (по геофизическим данным). Эредитарность докембрия, палеопротерозойский плюмовый магматизм, алмазоносность Анабарской тектонической провинции

В первой части статьи [15] приведены результаты анализа естественных структурных соотношений потенциальных полей и тектонического районирования Сибирской платформы (СП). Ниже показано отражение в геофизических полях эредитарности структурно-вещественных комплексов (СВК) докембрийского фундамента СП к палеопротерозойским мантийно-плюмовым событиям. Анализ атрибутов потенциальных полей как образов СВК глубокого докембрия позволил определить территорию максимального термально-мантийного воздействия на докембрийскую литосферу СП раннепротерозойского суперплюма, а также его предполагаемый центр в северо-западном сегменте СП. Пространственные особенности атрибутов, вскрывающие корреляционные отношения компонент потенциальных полей, способствовали уточнению положения системы ортогональных линейментов Сибирской платформы, в целом соответствующей их каркасу, по А. К. Башарину [3]. Опубликованные геолого-геофизические материалы, результаты обработки геофизических полей показали, что глубинное строение центральной части Анабарской тектонической провинции (АН) характеризуется параметрами, свойственными архейским алмазоносным кратонам, что указывает на наличие в её пределах алмазоносного литосферного корня. Юго-западный сегмент данной территории АН соответствует положению Ангаро-Виллюйского рудного пояса (АВРП) [2], что наряду с другими данными является основанием для продолжения рудного пояса в северо-восточном направлении, его естественного и очевидного признания в ранге Сибирской алмазоносной провинции. Перспективы выявления новых промышленно-алмазоносных кимберлитовых полей связаны с территорией АН провинции, положением алмазоносного литосферного корня, зонами глубинных корово-мантийных разломов в её пределах и на границах.

Ключевые слова: атрибут, деструкция, кимберлиты, литосфера, плюм, провинция, эредитарность.

МЯСНИКОВ ФЁДОР ВАСИЛЬЕВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, z_fedor49@mail.ru

Diamond-bearing lithosphere of the Siberian platform (based on geophysical data). Precambrian heredity, Paleoproterozoic plume magmatism, diamond content of the Anabar tectonic province

F. V. MYASNIKOV

In the first part of the article [15], we presented the results of the analysis of the structural relationship of prospective areas and tectonic zonation of the Siberian Platform (SP). Here we demonstrate the reflection of the heredity of structural-material complexes (SMC) of the Precambrian basement of the SP to the Paleoproterozoic mantle-plume events in the geophysical fields. The analysis of the attributes of the prospective areas, as images of the SMC of the deep Precambrian, made it possible to determine the area of maximum thermal-mantle impact on the SP Precambrian lithosphere of the Early Proterozoic superplume, as well as its presumed center in the northwestern segment of the SP. The spatial distribution of the attributes, revealing the correlation of the components with the prospecting areas, contributed to the refinement of the position of the system of orthogonal lineaments on the SP, in general, corresponding to the framework reported in Basharin's work [3]. The published geological and geophysical materials and the results of processing geophysical data showed that the deep structure of the central part of the Anabar tectonic province (AN) has the attributes characteristic of the Archean diamondiferous cratons. This can indicate the presence of a diamondiferous lithospheric root within AN. The southwestern segment of AN corresponds with the position of the Angara-Vilyui ore belt (AVRP) [2], which, along with other data, can allow us to extend the ore belt in the north-east direction, as well as recognize it in the rank of the Siberian diamond province. The prospects for the discovery of new industrial-diamond-bearing kimberlite fields are associated with the territory of the AN, the positions of the diamond-bearing lithospheric root, zones of deep crustal-mantle faults within it and its boundaries.

Key words: attribute, destruction, kimberlite, lithosphere, plume, province, heredity.

Введение. Изучению кимберлитового магматизма Сибирской платформы, выяснению закономерностей размещения алмазоносных трубок в её пределах посвящено множество исследований и публикаций. С использованием структурного метода и фрактального анализа, основываясь на тектоническом районировании СП, приведённом в первой части публикации [15], ниже охарактеризованы новые особенности глубинного строения литосферы Сибирской платформы, которые, по нашему мнению, недостаточно освещены в геолого-геофизических материалах и могут оказаться полезными при прогнозировании и поисках промышленно-алмазоносных кимберлитовых полей в Восточной Сибири¹.

Эредитарность пород докембрия, палеопротерозойский плюмовый магматизм на территории СП и его отражение в геофизических полях. Формулировка проблемы, задач обработки и анализа данных. На рис. 1, А представлена низкочастотная составляющая (радиус осреднения – 100 км) аномального магнитного поля, значения которой варьируют от -200 до 240 нТл, размах составляет 440 нТл, что указывает на значительную динамику компоненты и достоверность её пространственных линейных и нелинейных элементов. В соответствии с первой частью статьи [15] показаны положение границ тектонических провинций, а также сеть субмеридиональных и субширотных линеаментов по А. К. Башарину [3], которая дополнена южным субширотным и субмеридиональным (108° в. д.) линеаментом с корректировкой их размещения на основе полученных геофизических материалов (см. далее). Границы тектонических провинций близки к положению линеаментов, что согласуется с выводами А. К. Башарина о том, что современная структура Северо-Азиатского кратона, включая СП, представляет собой систему блоков, разделённых линеаменами, образованными в результате «коровой складчатости», долгоживущими и субортогонально ориентированными в пространстве [3]. В современном состоянии и границах СП Анабарская тектоническая провинция занимает централь-

ное положение, в её пределах расположены кимберлитовые поля с промышленно-алмазоносными трубками. Для провинции характерны существенно пониженные значения магнитного поля (см. рис. 1, А). При увеличении радиуса осреднения, когда глубина изучения оценивается в 100–300 км, границы провинции начинают размываться и включать в свой состав смежные территории; проступают контуры единого пространства сравнительно простого строения, которому свойственна пониженная намагниченность литосферы и в пределах которого находятся все известные кимберлитовые поля. Устанавливается общность сопредельных территорий, обрамляющих ядро Сибирской платформы. Для них характерны высокая намагниченность мантийной литосферы, блоковый характер и различная ориентировка аномалий поля.

Последние выводы дополняет пространственное распределение стандарта среднечастотной компоненты (разность значений поля при окнах осреднения 120 × 120 и 170 × 170 км) гравитационного поля на СП, рассчитанного в скользящем окне 120 × 120 км (см. рис. 1, Б). Очевидна низкая дифференцированность компоненты поля в пределах Анабарской тектонической провинции, что свойственно наблюдаемому гравитационному полю и его трансформантам.

Околонулевая изодинама на рис. 1, А образует локализованное пространство – крупную отрицательную аномалию, по форме напоминающую «ленивую» восьмёрку (между восьмёркой и лемниской – символом бесконечности). Ось аномалии, как и её границы, имеет северо-восточное простирание. Границы аномалии в целом совпадают с положением ортогональных линеаментов, а изгиб приурочен к центральному субширотному линеаменту, известному как Транссибирский. Особенностью аномалии является её асимметричность: западное крыло имеет значительные градиенты, восточное крыло более пологое. Наблюдается гармоничное сочетание внешних контуров пониженных значений магнитного поля, составляющих центральную часть как Анабарской тектонической провинции, так и всей Сибирской платформы относительно ортогональных линеаментов. Контрастным исключением является северо-западная часть АН провинции, область пересечения Таймыро-Байкальского и Северного линеаментов, которая на юге ограничивается Транссибирским линеаментом, а с востока –

¹ Характеристика использованных материалов и методов приведена в первой части статьи, повторные описания условных обозначений не приводятся; цветовая шкала, отражающая пространственную изменчивость различных атрибутов геологического пространства СП, соответствует легенде рельефа на физико-географических картах.

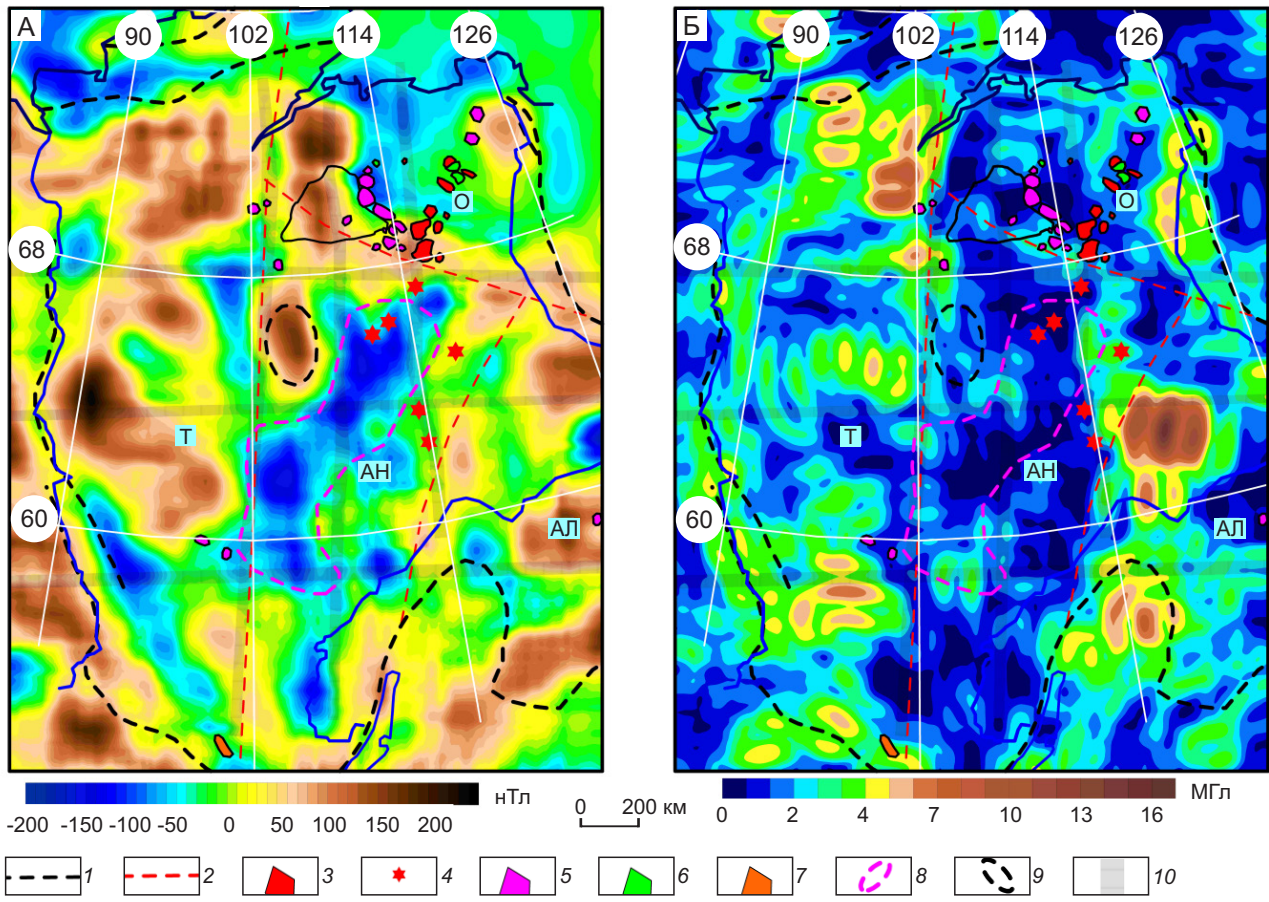


Рис. 1. Схематичные карты Сибирской платформы: сглаженной трендовой составляющей магнитного поля (А), изменчивости (стандартного отклонения) среднечастотной составляющей гравитационного поля (Б):

1 – краевые швы Сибирской платформы [6]; 2 – тектонические границы провинций [16]; 3–4 – кимберлитовые поля среднепалеозойские: 3 – непромышленно-алмазоносные, 4 – промышленно-алмазоносные; 5–7 – кимберлитовые поля: 5 – раннемезозойские, 6 – позднемезозойские, 7 – протерозойские; 8 – контур anomalно низких значений магнитного поля в пределах АН провинции; 9 – контур anomalно высоких значений магнитного поля в северо-западной области АН провинции; 10 – положение субмеридиональных и субширотных линеаментов; буквы в голубых квадратах – наименование тектонических провинций

минимальными значениями магнитного поля: значения магнитного поля резко возрастают до 150 нТл, скачок магнитного поля между смежными экстремумами достигает 300 нТл. Близкие соотношения границ Анабарской провинции с сопредельными территориями отмечаются по всему её контуру, но в данном случае тектоно-магматическое взаимодействие провинций было, вероятно, чрезвычайно интенсивным, что и фиксируется высокими градиентами магнитного поля.

Материалы естественного структурного разделения потенциальных полей на компоненты [15], данные о глубинном строении Сибирской плат-

формы позволяют оценить обстоятельства эволюции территории, которые привели к формированию как атрибута геологической среды Анабарской провинции отрицательной интенсивной аномалии магнитного поля в виде «ленивой» восьмёрки и её ограничение ортогональными линеаментами, рассматриваемые здесь как глубинные зоны разломов коромантийного заложения.

Геологическая природа интенсивной положительной низкочастотной магнитной аномалии на северо-западе АН провинции. Обратимся к рис. 2, А, где в качестве подложки использована низкочастотная составляющая гравитационного поля,

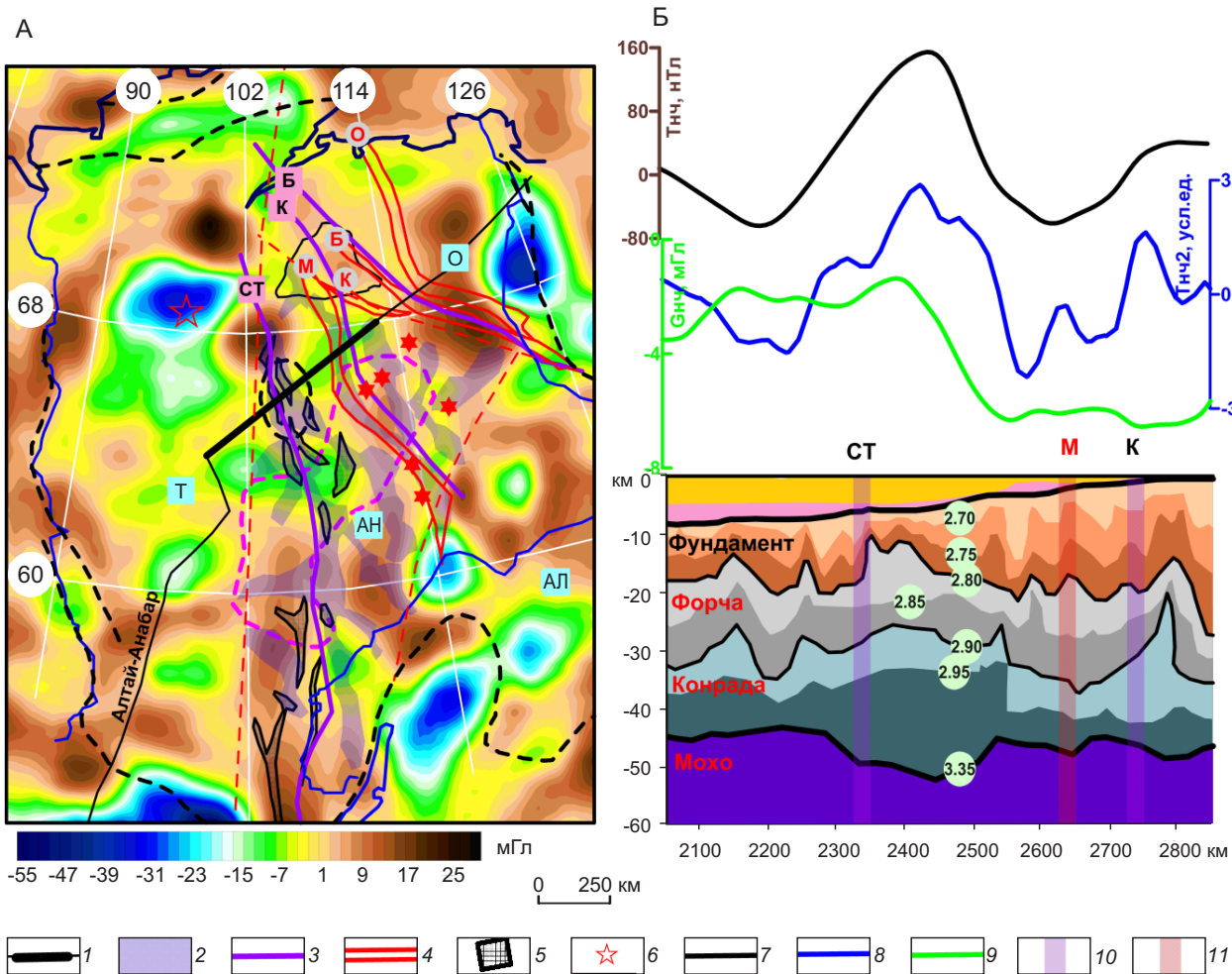


Рис. 2. Схематичная карта низкочастотной составляющей гравитационного поля Сибирской платформы (А) и геолого-геофизический разрез в плоскости профиля «Алтай–Анабар», интервал 2050–2850 км (Б):

А: 1 – положение линии разреза на профиле «Алтай–Анабар»; 2 – положительные значения главной компоненты магнитного поля в пределах АН провинции; 3 – тектонические швы (сутуры), по Розену [17]; 4 – зоны меланжа, по [20]; 5 – протувулканогены трахибазальтового и трахидацитового состава [6]; 6 – центр Сибирской изверженной провинции; буквы в розовых квадратах – сокращённые наименования сутур [17]; буквы в кружках – сокращённые наименования зон меланжа [20]; Б: 7 – низкочастотная составляющая магнитного поля; 8 – вторая главная компонента суммарной изменчивости магнитного поля; 9 – низкочастотная составляющая гравитационного поля; 10 – положение сутуры на разрезе, по [17]; 11 – положение зон меланжа, по [20]; числа в кружках – изолинии равных плотностей

которая несёт информацию о размещении и обособлении региональных структурно-вещественных комплексов Сибирской платформы по соотношению в составе консолидированной коры верхнего и нижнего её отделов. В пределах Анабарской провинции, от южных границ в северном направлении, трассируются две субмеридиональные зоны положительных значений поля, разделённые сопряжённой полосой пониженных вели-

чин поля. Западная зона на широте смены направления течения р. Нижняя Тунгуска с субмеридионального на субширотное (в области влияния Транссибирского линеамента) не наблюдается – она ограничивается широтной зоной пониженных значений поля и севернее в этом спектре частот не отмечается. Восточная зона фиксируется вплоть до границы с Оленёкской провинцией, но испытывает смещение в восточном направлении

на широте упомянутой отрицательной аномалии и уменьшение амплитуд поля.

В контурах Анабарской тектонической провинции показаны положительные значения кумулятивной характеристики (главного фактора) магнитного поля, с которым связаны до 50% его изменчивости в спектре пространственных частот от 25 до 250 км⁻¹. Наблюдается пространственная приуроченность атрибута (тёмные тона) к территориям с пониженными значениями гравитационного поля, к внешним границам зон положительных значений поля или к участкам изменения их структурного облика. Положение, размеры, морфологические особенности и объёмы (площади) данного атрибута пространства СП использованы исследователями строения и эволюции Сибирского кратона при выделении и изучении разломных зон (сутур, тектонических швов и др.) в его составе: см. рис. 2, А (цветовые индексы) – Саяно-Таймырская (СТ), Котуйканская (К) и Билляхская (Б) сутуры, по Розену [17]; Маганская (М), Котуйканская (К), Билляхская (Б) и Оленёкская (О) зоны меланжа по Парфенову [20]. Проявленность разломных зон в магнитном поле в пределах «ленивой восьмёрки» резко уменьшается по сравнению с окружающим пространством провинции: при окне осреднения 120 км не отмечается Котуйканская (по Розену) или Маганская (по Парфенову) разломные зоны, мелкие их сателлиты, а также Оленёкская сутура в одноимённой провинции. Исключением является Саяно-Таймырская зона (по Розену), присутствие которой фиксируется при окнах 250 и более км, она формирует изгиб «ленивой восьмёрки», разделяя центральную часть АН провинции примерно по 108 меридиану в.д., коренным образом меняя главные элементы структурного каркаса её литосферы.

На рис. 2, А тонкой чёрной линией показан композиционный профиль «Алтай-Анабар», а утолщённой линией в его пределах выделено положение структурно-плотностного разреза, приведённого на рис. 2, Б. Профиль «Алтай-Анабар» совмещён с сверхдлинным профилем ГСЗ «Шпат» и был создан в ходе реализации проекта «3D геологические структуры и металлогения Северной, Центральной и восточной Азии» (Е. Н. Черемисина и др., 2014).

Рассмотрение схематической карты и разреза позволяет установить геологическую природу интенсивной положительной низкочастотной аномалии магнитного поля размером до 250 × 400 км

и сопряжённую с ней положительной гравитационной аномалии внедрением базит-ультрабазитовых пород в зоне влияния прогиба поверхности Мохо. Это привело к увеличению мощности базальтового и инверсионного слоёв, сопровождалось коровой складчатостью, подъёмом границ Конрада и Форча, увеличением основности коры, деструкцией ГГС коры, метаморфизмом, горообразованием и др.

Из материалов (см. рис. 2) следует, что прогиб Мохо, задокументированный глубинными геофизическими исследованиями на профиле «Алтай-Анабар», где отмечается увеличение мощности средней и нижней коры, трассируется в северо-западном направлении и ограничивается в области пересечения 68-й параллели с.ш. и 102-го меридиана в.д. интенсивной положительной гравитационной аномалией. Южнее района пересечения с профилем прогиб отмечается субмеридионально-ориентированными аномалиями гравитационного поля, которые наиболее отчётливо фиксируются при радиусах осреднения поля от 25 до 100 км (рисунки 3, В и 4, А в работе [15]). В пределах этой зоны исследованиями ФБГУ «ВСЕГЕИ» на всем её протяжении выделяются линейные протоевулканогены трахибазальт-трахидацитового состава как структуры проторогенного режима (см. рис. 2, А), что согласуется с геодинамическими процессами, которые здесь предполагаются [6].

На разрезе наблюдаются конформность внутрикоровых границ Форча, Конрада² и других плотностных разделов кристаллического фундамента и вместе с этим несогласное с ними субгоризонтальное залегание рифей-фанерозойских образований на пенепленизированной («гладкой» к их формированию) поверхности консолидированной коры. Изложенное свидетельствует об образовании структурных ансамблей фундамента, отображаемых в геофизических данных, на границе архея и протерозоя или не позднее палеопротерозоя. Возможно, это произошло в период внутриплитного раннерифейского рифтогенеза на территории Сибирской платформы, когда в западной и северо-западной её частях, в пределах Тунгусской провинции, возникли Игарско-Норильская, Маймеча-Котуйская и другие ныне погребённые рифтогенные структуры [6].

² При определении границ Конрада и Форча на структурно-плотностном разрезе «Алтай-Анабар» учтены материалы исследований Ж. В. Семинского, опубликованные в работе [18].

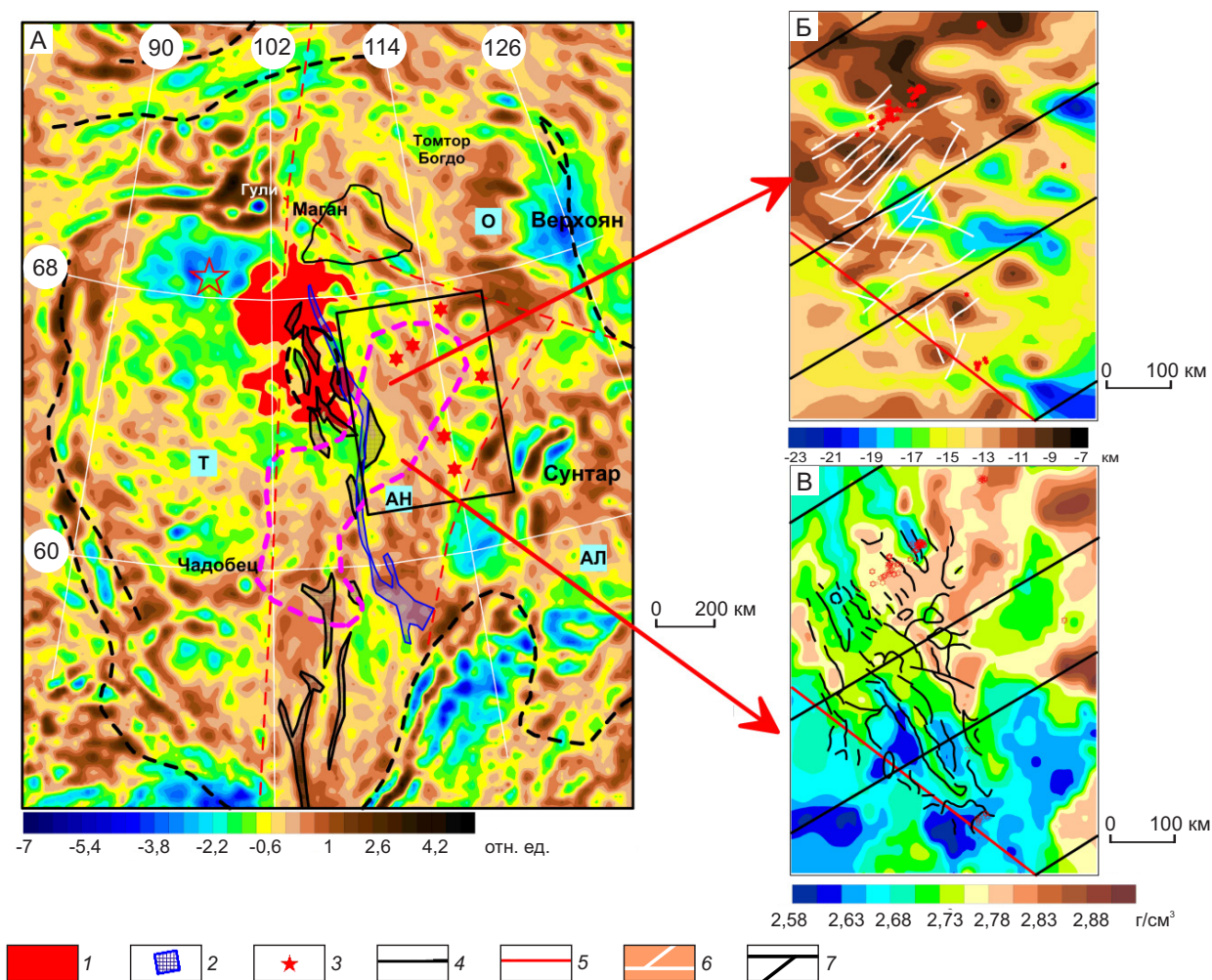


Рис. 3. Проявленность эредитарности палеопротерозойских и палеозойских мантийно-плюмовых процессов на территории Сибирской платформы в атрибутах геофизических полей: схематичная карта второй главной компоненты изменчивости четырёх фрагментов гравитационного поля (А), схематичная карта поверхности Форча, по данным ФГМ [15] (Б), схематичная карта плотности СВК, по данным ФГМ [15] (В):

А: 1 – «вихревая» мегаструктура раннепротерозойского возраста; 2 – тектонический шов гранитоидного состава [6]; надписи на рисунке – наименование и положение крупных геологических объектов; Б: 3 – кимберлитовые трубки; 4 – рифтогены северо-восточного простирания [5]; 5 – рифтогены северо-западного простирания [5]; 6 – секущие разломы (Б. А. Калмыков и др., 1997); В: 7 – границы СВК (Б. А. Калмыков и др., 1997)

Графики на рис. 2, Б иллюстрируют соответствие значений низкочастотных составляющих гравитационного поля – степени основности коры; составляющей магнитного поля – изменчивости гипсометрического положения внутрикоровых границ и мощности соответствующих подразделений и др. Количественная оценка корреляционной связи параметров коры в пределах рассматриваемого фрагмента профиля между ними и атрибутами потенциальных полей приве-

дена в табл. 1. Эмпирическая оценка степени корреляционной связи отвечает геотектонической обстановке применительно охарактеризованной профилем территории Сибирской платформы. Обратим внимание на высокие значения отрицательной корреляционной связи атрибутов магнитного поля и глубины залегания поверхности Мохо. Это мнимое соотношение появляется из-за увеличения основности коры в области изменения глубины залегания поверхности Мохо (чаще

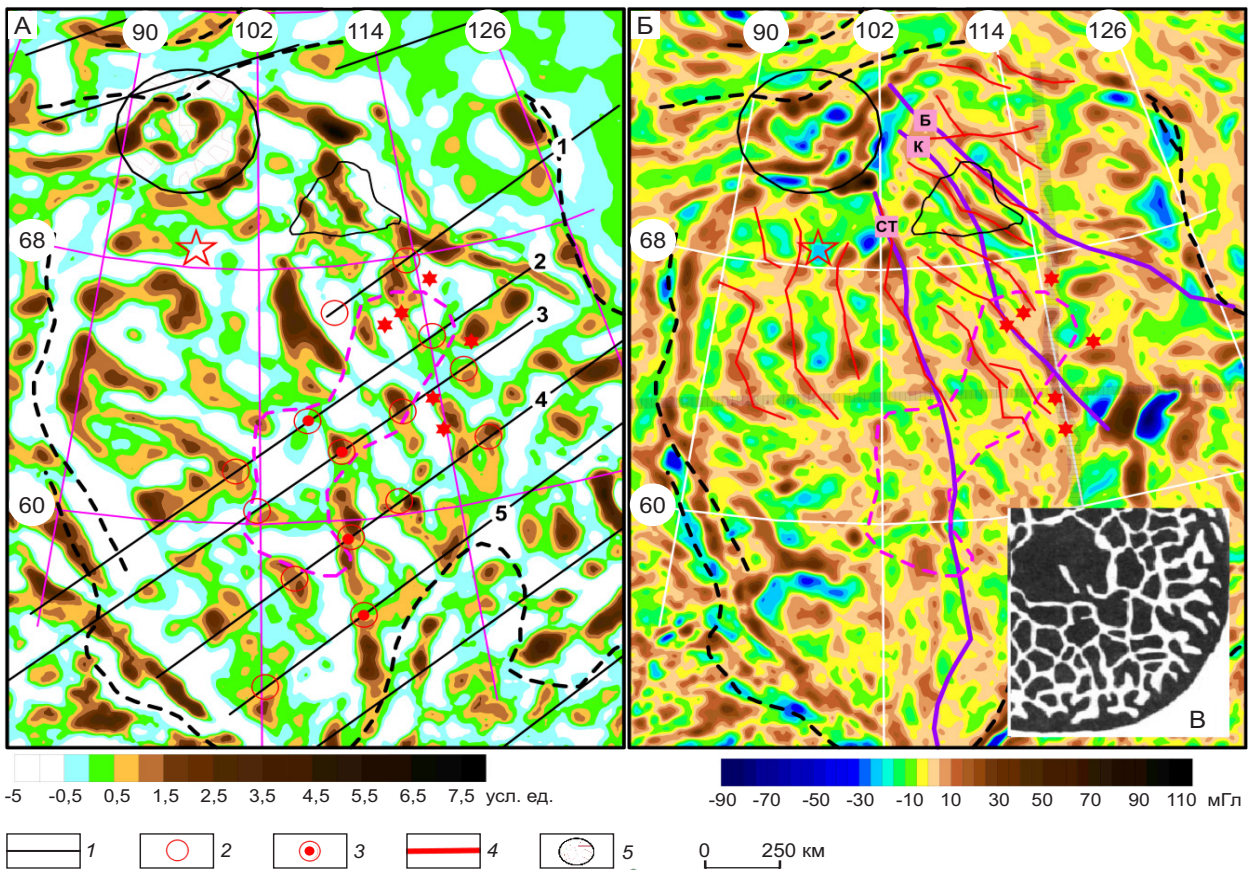


Рис. 4. Схематические карты СП: главной компоненты магнитного поля (А) и среднечастотной составляющей гравитационного поля (Б), фрагмент экспериментально полученной структуры конвективных ячеек кровли термального плюма (В), по [7]:

А: 1 – рифтогены и их номера; положение: 2 – сингулярностей и 3 – сингулярностей в пределах зоны СТ [17];
 Б: 4 – оси корреляции максимальных значений гравитационных аномалий; 5 – предполагаемое положение кровли плюма

из-за её погружения), что и сопровождается подъёмом границ Конрада и Форча, общей базификацией коры³.

³ График Тнч2 (усл. ед.), приведённый на рис. 2, Б, а в табл. 1 параметр Тнч2 характеризуют поведение и связи второй по вкладу главной компоненты суммарной изменчивости магнитного поля после его разделения на 4 частотных фрагмента с граничными радиусами осреднения (10–35, 35–60, 60–100 и 100–250 км) и обработки с помощью факторного анализа. Компонента отражает доминирование при положительных значениях нижних (низкочастотных) фрагментов поля, при отрицательных – верхних фрагментов на территории СП, что позволяет показать данным атрибутом поля положение, форму и размеры относительно глубокозалегающих образований коры, отличающихся повышенной намагниченностью.

Данный тезис апробирован качественным сравнением положительных значений низкочастотных составляющих магнитного поля в пределах СП и оценок положения границы Мохо (Конрада) в их границах (по материалам сейсмо (гео)траверсов, отработанных на территории СП). Рассмотрены ситуации близ ортогонального пересечения профилей с главным простиранием положительных аномалий низкочастотного магнитного поля (табл. 2). Материалы сопоставления подтверждают предположение, однако они не исключают иные геодинамические обстановки, в пределах которых могут наблюдаться области повышенных значений магнитного поля без изменения положения границы Мохо.

1. Коэффициенты парной линейной корреляции между параметрами коры и атрибутами потенциальных полей

Параметры	Потенциальные поля			Поверхности (кровли)				Мощности отделов консолидированной коры					Основность
	Тнч	Тнч2	Гнч	М	Бс	Пс	Ф	Бс	Пс	ГГС	коры	Бс+Пс	
Тнч	1,00	0,91	0,25	-0,87	0,59	0,53	0,01	0,84	-0,24	-0,32	0,52	0,81	0,50
Тнч2	0,91	1,00	0,18	-0,79	0,59	0,44	0,02	0,80	-0,34	-0,26	0,48	0,71	0,42
Гнч	0,25	0,18	1,00	0,03	0,42	0,53	-0,88	0,27	0,00	-0,88	-0,59	0,30	0,78
Мохо (М)	-0,87	-0,79	0,03	1,00	-0,40	-0,46	-0,29	-0,78	0,05	0,10	-0,79	-0,84	-0,34
Конрад (Бс)	0,59	0,59	0,42	-0,40	1,00	0,70	-0,24	0,89	-0,63	-0,58	0,08	0,65	0,67
Форча (Пс)	0,53	0,44	0,53	-0,46	0,70	1,00	-0,30	0,71	0,12	-0,81	0,08	0,87	0,92
Фундамент (Ф)	0,01	0,02	-0,88	-0,29	-0,24	-0,30	1,00	-0,02	0,00	0,81	0,84	-0,02	-0,64
Мощность (Бс)	0,84	0,80	0,27	-0,78	0,89	0,71	0,00	1,00	-0,46	-0,45	0,45	0,87	0,63
Мощность (Пс)	-0,24	-0,34	-0,01	0,05	-0,63	0,12	-0,13	-0,46	1,00	-0,07	-0,03	0,05	0,07
Мощность (ГГС)	-0,32	-0,27	-0,88	0,10	-0,58	-0,81	0,81	-0,45	-0,07	1,00	0,46	-0,55	-0,96
Мощность коры	0,52	0,48	-0,59	-0,79	0,08	0,08	0,82	0,45	-0,03	0,46	1,00	0,49	-0,21
Мощность (Бс+Пс)	0,81	0,71	0,30	-0,84	0,65	0,87	-0,02	0,87	0,05	-0,55	0,49	1,00	0,75
Основность	0,50	0,42	0,78	-0,34	0,67	0,92	-0,64	0,63	0,07	-0,96	-0,21	0,75	1,00

Примечание. Расчёты выполнены по значениям характеристик, снятым с графиков потенциальных полей и внутрикоровых границ разреза (шаг оцифровки – 20 км, 40 ф.т. – число значений изучаемых параметров, которые использованы для оценки коэффициентов корреляции); красным цветом выделены значимые (с уровнем < 0,05) коэффициенты корреляции; выделенные синим цветом единицы визуально разделяют матрицу на две половинки, что улучшает её анализ.

Промежуточный вывод. Геологическая природа интенсивной положительной аномалии низкочастотной компоненты магнитного поля на северо-западе Анабарской тектонической провинции обусловлена внедрением в литосферу мафит-ультрамафитовых пород и структурно-вещественными преобразованиями её субстрата, которые датируются ранним протерозоем, что нашло отражение в строении и динамике низкочастотного магнитного поля, обусловленного намагничённостью пород нижних отделов коры и мантийной литосферы [9].

Отражение в геофизических данных элементов нелинейной геодинамики в образованиях докембрия. Рассмотренные в пределах контрастной положительной аномалии магнитного поля тектоно-магматические события являются региональной реализацией масштабных палеопротерозойских геологических процессов, которые имели место как на стыке Оленёкской, Тунгусской и Анабарской тектонических провинций, так и в пределах всей Сибирской платформы. Обратимся к раскрытию этого тезиса в материалах статьи.

В качестве растровой подложки на рис. 3, А использован атрибут гравиметрического поля, который отражает доминирование при положительных значениях низкочастотных значений поля, при отрицательных – верхних частот, что позволяет оценить положение, форму и размеры относительно глубокозалегающих образований коры, отличающихся повышенной или пониженной избыточной плотностью.

Интенсивная изометричная гравитационная аномалия в районе пересечения 68° с.ш. и 102° в.д. (см. рис. 2, А) здесь (см. рис. 3, А) приобретает ползущую (вытянутую на юг) амёбообразную

2. Данные сопоставления областей повышенных значений низкочастотного магнитного поля с положением границы Мохо и отражающими границами в основании коры

Профиль	Фрагмент, пк		Подъём/прогибание Мохо	Длина участка, км	Глубина Мохо/амплитуда, км	Инверсия ОГ выше Мохо (есть/нет)
	от	до				
Горизонт	251	261	Прогибание	110–120	-40...-43/3	инверсия ОГ, пк 255
	170	190		175–200	-33...-37/4	инверсия ОГ нет
	120	140		175–200	-38...-41/3	инверсия ОГ, пк 125
Шпат	305	323	Прогибание	110–125	-41...-45/4	инверсия ОГ, пк 320
	240	260		180–200	-40...-47/7	инверсия ОГ, пк 245
	200	225		150–200	-44...-52/8	нет ОГ (см. профиль «Алтай-Анабар»)
	130	150		150–200	-43...-47/4	инверсия ОГ, пк 125
Рифт-V	100	162	Общее прогибание	500–600	-39...-47/8	переменная инверсия ОГ, пк 130, 155
Рифт I	160	180	Прогибание	150–200	-41...-44/3	инверсия ОГ, пк 165, 175
	110	130		150–200	-40...-42/2	инверсия ОГ, пк 125
	40	80		300–350	-37...-43/6	инверсия ОГ, пк 75, 65, 54
Кратон	150	180	Прогибание	200–250	-44...-48/4	инверсия ОГ, пк 160, 170
	190	210		около 200	-45...-52/7	инверсия ОГ, пк 195–205
	215	230		100–110	-45...-51/6	инверсия ОГ, пк 225
	245	260		120–150	-45...-50/5	инверсии ОГ нет
	270	300	Подъём	250–300	-32...-40/8	инверсия ОГ, пк 260
Кимберлит	110	140	Прогибание	200–250	-42...-44/2	инверсии ОГ нет
	245	260		50–100	-38...-43/5	инверсия ОГ, пк 255
Батолит	110	160	Прогибание (пк 122-124)	400–500	-40...-42/2	инверсия ОГ, пк 145
	180	190	Прогибание	100	-40...-43/3	инверсия ОГ, пк 185
	240	255		100–150	-41...-45/4	инверсия ОГ, пк 250

форму, очертания которой на западе и северо-западе имеют резкие ограничения. В южных и восточных румбах внешние контуры аномалии менее контрастны, происходят усложнение контура, его распад, образование ответвлений, их удлинение и изменение направлений, наконец, срастание с соседними структурными формами. В области расположения положительной магнитной аномалии (показана чёрным пунктиром) наблюдается фрактальное тиражирование амёбообразной структурной формы, что можно признать проявлением нелинейной геодинамики. Внешние

ответвления амёбообразной формы изогнуты подобно ороклиналям по часовой стрелке, из-за чего формируют образ крупной вихревой мегаструктуры.

Графическая иллюстрация гравиметрического атрибута в пределах этого пространства Сибирской платформы и её краткое описание позволяют предположить, что материальными носителями образа являются сложноорганизованные тектономагматические структуры консолидированной коры, имеющие иерархически-блоковое строение с близкой к хаотичной внутренней делимостью.

Здесь исследованиями ФБГУ «ВСЕГЕИ» фиксируются пять субмеридионально-ориентированных протовулканогенов, а также центральная тектоно-гранитоидная шовная зона в составе Анабарской тектонической провинции [6].

Подобным структурным рисунком атрибута, который можно рассматривать как геофизический индикатор мантийно-плюмовых процессов, характеризуется центральная часть Вилюйской синеклизы, где также наблюдаются образы контрастно проявленных ротационно-вихревых элементов тектоно-магматических СВК палеозойской Патомско-Вилюйской рифтогенной системы (см. рис. 3, А, подпись «Сунтар»). Менее отчетливо фиксируется аналогичная геодинамическая обстановка в области северного проявления рифтогенной системы Вилюйской магматической провинции (см. рис. 3, А, подпись «Верхоян»).

Геодинамическое влияние регионального центра (выделен красным цветом) предполагаемых мантийно-плюмовых процессов на смежные территории можно оценить при рассмотрении материалов физико-геологических моделей (ФГМ) Вилюй-Мархинского междуречья [16]. На рис. 3, А чёрным контуром (прямоугольник) показана территория междуречья, геологическое строение земной коры которой в 1988–1996 гг. стало объектом изучения посредством объёмного ФГМ на основе решения обратных и прямых задач гравиразведки с применением компьютерных технологий и привлечением материалов данных площадных ГСЗ [19]. В качестве модели консолидированной коры принята модель Н. И. Павленковой как трёхслойного геологического пространства, включающего гранито-гнейсовый (ГГС), переходный (гранулит-базитовый, ПС), базальтовый (БС) отделы коры (Б. А. Калмыков и др., 1997).

Обработка материалов моделирования с позиций нелинейной геологии позволила установить иерархически (фрактально) построенные структуры деструкции верхнего и среднего отделов консолидированной коры и уменьшение её масштабов с северо-запада на юго-восток междуречья [16]. В указанной публикации остались нераскрытыми причины убывания (нарастания) степени деструкции коры и направление её изменчивости. Вышеизложенное и содержание рис. 3, Б и 3, В позволяют прояснить эти обстоятельства.

На первой врезке показано гармоничное сочетание масштабных переходов фрактально-организованной поверхности Форча с положением северо-

восточных региональных глубинных разломов, для которых характерны признаки растяжения (условно «рифтогены» [5]): отмечается упрощение её поверхности и уступообразное погружение на восток-юго-восток. Подобным иерархически-организованным образом структурированы мощности гранито-гнейсового и переходного слоёв, а также суммарная мощность переходного и базальтового слоя, общая деструкция коры [16]. Белыми линиями показаны поперечные к системе анабарид разломы, выделенные по результатам ФГМ, аналогичного «рифтогенам» простирания, и которые можно рассматривать как их проявления на поверхности фундамента⁴ [5], (Б. А. Калмыков и др., 1997).

Вторая врезка (см. рис. 3, В, растр – плотность СВК междуречья) иллюстрирует положение, направление и протяжённость границ СВК верхнего отдела архейской консолидированной коры с его разделением на пять типовых СВК: гранитового (плотность 2,62 г/см³), гранитогнейсового (2,67 и 2,73 г/см³), чарнокит-эндербитового (2,78 г/см³) и чарнокит-эндербитового гранулитовой фации метаморфизма (2,82 г/см³) (Б. А. Калмыков и др., 1997). Фиксируются возрастание дробности северо-западных внутрискладчатых границ с юго-востока на северо-запад, их независимость от плотности субстрата, скачкообразное изменение протяжённости границ в местах их пересечения с «рифтогенами» северо-восточного простирания и другие особенности геологической среды.

Площадными исследованиями методом глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), выполненными в пределах Якутской алмазоносной провинции, контур которых в целом соответствует работам по ФГМ строения земной коры (см. рис. 3, А), была установлена «полосчатая» (знакопеременная) структура аномалий граничной скорости по поверхности Мохо северо-западного простирания [19]. Это послужило основанием для выделения «зоны аномально неоднородных верхов мантии» такого же простирания, с которой авторы связывают тектоническую расслоенность

⁴ Поперечные по отношению к анабаридам, как и внутрискладчатые, разломы выделены только в пределах площади деятельности ЧГРЭ с включением в качестве эталонов Мирнинского, Алакит-Мархинского и Далдынского кимберлитовых полей в ходе создания «Карты строения фундамента с элементами геофизических полей» масштаба 1:500 000 Е. А. Андросовым (Б. А. Калмыков и др., 1997).

нижней части земной коры, сопровождаемую насыщением коры ультрабазиитами. Рассмотрение структурных форм мощности ГГС, кровли и мощности ПС, степени деструкции консолидированной коры [16], (Б. А. Калмыков и др., 1997) и плана изолиний граничных скоростей [19] показывает их соответствие по морфологии, размерам, положению и ориентировке в пространстве. Конформность структурных форм параметров коры по данным ФГМ и скоростных атрибутов по кровле верхней мантии (ГСЗ) свидетельствует, что эти характеристики геологической среды отражают коррелятивные структурно-вещественные преобразования пород докембрия и литосферной мантии.

Таким образом, зафиксированные на площади ФГМ фрактально-организованные разломные структуры, соответствие структурных форм консолидированной коры её петрофизическим характеристикам обусловлены и генерированы палеопротерозойскими тектоно-магматическими процессами, которые, как отмечено выше, привели к глубоким структурно-вещественным изменениям литосферы, в том числе к её обогащению высокобарическими горными породами и минералами.

Деформационно-метаморфические структуры, эредитарность докембрия, палеопротерозойский мантийно-плюмовый магматизм Сибирской платформы. Растр на рис. 4, А маркирует положительные значения первой главной компоненты суммарной изменчивости (47%) магнитного поля после его разделения на 4 частотных фрагмента с граничными радиусами осреднения (10–35, 35–60, 60–100 и 100–250 км) и обработки с помощью факторного анализа для выделения корреляционно-связанных частей спектра магнитного поля.

Положительные значения главной компоненты изменчивости магнитного поля в пределах АН провинции образуют очаго-веерную структурную упорядоченность, интерпретацией которой и являются геологические построения [17, 20]. Отметим нелинейное иерархически-древовидное строение структурной упорядоченности положительных значений компоненты и её приближение по своей морфологии и внутреннему строению к структурам разломного (мегатрещинного) типа с признаками естественного фрактального развития, который реализуется согласно правилу максимального производства энтропии [10]. Здесь этот принцип проявляется в последовательном

заполнении пространства провинции с северо-запада, от стыка Тунгусской, Оленёкской и Анабарской провинций, в юго-восточном направлении, вплоть до северо-западных флангов наложенной Патомско-Виллюйской палеорифтогенной системы, объединёнными в единый структурный ансамбль сублинейными участками повышенных значений магнитного поля.

Не только удивительным⁵, но и важным обстоятельством является согласованность строения фрактально-организованной упорядоченности повышенных значений компоненты с северо-восточными «рифтогенами», выделенными по гравиметрическим данным [5]: на рис. 4, А маркерами показаны некоторые узлы (участки) их пересечения, где наблюдаются особенности поведения атрибута – изменчивость морфологии, амплитуды, направления, размеров, появление ветвлений, ограничение роста или полный коллапс в отношениях, например в районе южного маркера «рифтогена» № 1. Последний факт, когда «рифтоген» № 1 не устанавливается южнее области интенсивного магнитного максимума, возникновение которого обусловлено, вероятно, тектоно-магматическими событиями, рассмотренными ранее, указывает на архейский возраст «рифтогенных» глубинных разломов как каркаса основных разломных структур, возможно, сформировавшихся к концу пермобильного режима развития Сибирской платформы [6]. Маркеры с двойными кружками, проставленные вдоль положения Саяно-Таймырской сутуры, по Розену [17], в местах пересечения повышенных значений атрибута с «рифтогенами», иллюстрируют родство этих узлов с аналогичными особенностями (сингулярностями), которые отмечаются на всей территории Анабарской тектонической провинции, что указывает на их пространственно-генетические связи. Подобные сингулярности атрибута фиксируются не только в пределах данной провинции, но и на сопредельных территориях, а также в местах его пересечения с «рифтогенами» других направлений, которые приведены в работе [5]. Сингулярности фиксируются повсеместно

⁵ Удивительным факт согласованности магнитометрических и гравиметрических данных представляется из-за их резкого отличия масштабов: атрибут рассчитан по материалам среднемасштабных аэромагнитных съемок, а рифтогены (гравиметрические материалы) выделены по спутниковой альтиметрии [5].

в местах пересечения «рифтогенов» с линейными структурными элементами атрибутов потенциальных полей. Они фиксируют участки их высоких градиентов, что косвенно указывает на преимущественно разломную природу рассматриваемых сингулярностей.

Напомним, что на рис. 2, А показана приуроченность областей повышенных значений компоненты к внешним границам как крупных, так и менее крупных структурно-плотностных неоднородностей, которые в большей степени отвечают СВК разного ранга и уровня. Наряду с вышеизложенным это позволяет предположить, что упорядоченность (квазилинейные элементы магнитного поля) отражает единую для АП палеопротерозойскую региональную систему разломов как линеаментную разновидность деформационно-метаморфических структур земной коры (ДМС, по [22]), которая обусловлена мантийно-плюмовыми событиями.

Согласованность сингулярностей атрибута с системой «рифтогенных» разломов фиксирует значительные масштабы тектоно-магматических событий в раннем палеопротерозое, взаимосвязь процессов формирования ДМС с геологическими процессами внешнего геологического пространства через структуры растяжения и сжатия. В этом проявляется единство геологической среды и протекающих в ней процессов, когда происходит формирование в её составе и структурах эредитарности об указанных событиях как последствия реализации закона симметрии-дисимметрии и иных геологических канонов [14].

Материальными носителями ДМС являются деформированные породы архейского фундамента, существенно обогащённые халькофильными и главным образом сидерофильными элементами, входящими как в состав породообразующих минералов, так и в состав ферромагнитных минералов. Геолого-геофизические материалы по Анабарскому щиту показывают, что такими образованиями могут быть: плагиоэклогит-гиперстеновые сланцы, мрамор-гиперстеновые гнейсы [6], эндрбиты, чарнокиты или мафические гранулиты [17], породы Маганского и Далдынского террейнов гранулитовой фации метаморфизма [20]. Из-за недоступности объектов изучения осуществление структурно-формационной идентификации ДМС едва ли возможно, однако, учитывая масштабы (протяжённость, мощность, распространённость и энтропийность им соответствующи-

щих линейных элементов магнитного поля), представляется безусловным участие в их формировании мафит-ультрамафитовых пород при мантийно-плюмовых масштабных событиях, имевших место на Сибирской платформе в раннем палеопротерозое.

Сделанный в публикации акцент на характеристике отражения в магнитном поле очагово-веерной организации ДМС в фундаменте Сибирской платформы вследствие мантийно-плюмовых палеопротерозойских событий не означает отсутствие на них рефлексии в гравитационном поле, которая благодаря эредитарности геологических процессов присутствует в визуализациях простых атрибутов гравитационного поля. Отображение предполагаемого мантийно-плюмового воздействия на фундамент в поле силы тяжести СП является хотя и менее контрастным, но более системным и очевидным, что следует из-за большей консервативности свойств, объёма и положения в пространстве фундамента СВК как материальных источников гравитационного поля. Термально-тектоническое плюмовое воздействие на фундамент и, следовательно, на структуру гравитационного поля обнаруживается на рисунках 3–5, но более отчётливо демонстрируется на рис. 4 б не только на территории Оленёкской и АН провинций, но и в пределах Тунгусской синеклизы. Вытянутые знакопеременные аномалии, отражающие сублинейную складчатость верхних отделов докембрийского фундамента, имеют сходный структурный облик, что указывает на их общий генезис, который подтверждается также последовательной от широты Попигайского кратера (72° с. ш.) до примерно широты Транссибирского линеамента (64° с. ш.) между западными краевыми швами Сибирской платформы и Восточным линеаментом (114° в. д.) в пространстве указанных провинций сменой простирания аномалий с субширотного на северо-западное до субмеридионального. Гравитационные аномалии очертанием, квазиочагово-веерной структурной упорядоченностью и единством с магнитометрическими данными указывают на источник энергомассопереноса, примерное его положение, его размеры и морфологию, что в совокупности согласуется со структурно-вещественными проявлениями мантийно-плюмовых палеопротерозойских событий, подъёмом головной части плюма в районе 72° с. ш. и 96° в. д., существенно севернее позиции центра плюма, ответственного за формирование

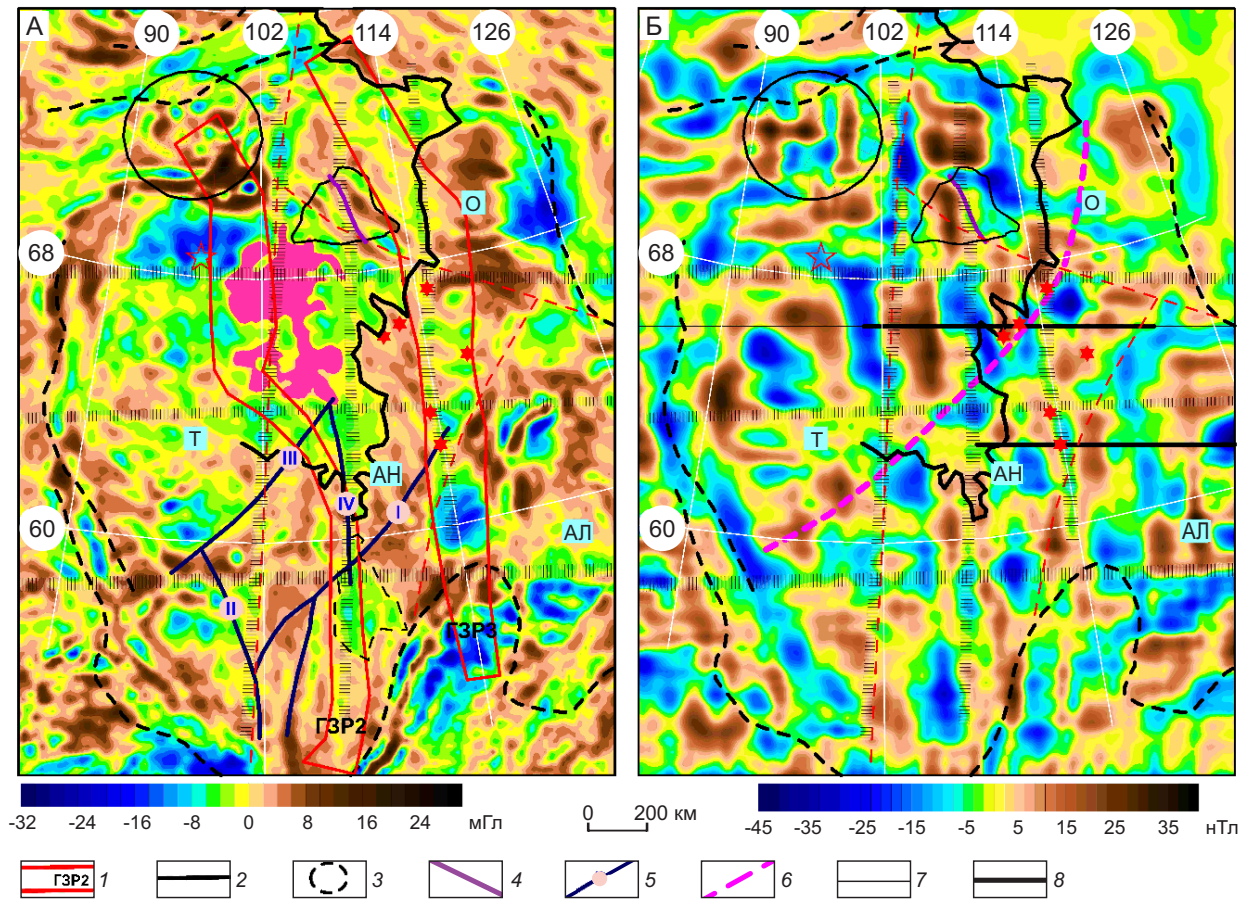


Рис. 5. Схематические карты СП: второй компоненты изменчивости среднечастотного гравитационного поля (А), третьей компоненты изменчивости низкочастотного магнитного поля (Б):

А: 1 – глубинные зоны растяжения [4]; 2 – восточная граница палеопротерозойского геодинамического воздействия на литосферу СП; 3 – предполагаемая область воздействия в зоне Таймыро-Байкальского линейамента; 4 – главный Анабарский разлом; 5 – зоны глубинных разломов АВРП и их наименование [2]: I – Ангаро-Виллюйская, II – Ангаро-Ковинская, III – Катанга-Илимпейская, IV – Нижнетунгусская; Б: 6 – Тунгусско-Оленёкская зона глубинных разломов; 7 – положение томографического разреза через территорию СП [1]; 8 – то же в районах Далдынского и Мирнинского полей [1]

пермо-триасовой Сибирской трапповой изверженной провинции. Структурный каркас основания Тунгусской синеклизы во многом унаследовал раму субмеридиональных и менее отчётливо сеть широтных разломных зон докембрийского фундамента, с которыми можно связывать градиентные границы знакопеременных гравитационных аномалий. Возможно, это привело к проявлению в пределах синеклизы рассеянного рифтогенеза в период второго этапа мантийно-плюмовых событий в регионе, когда сформировалась Сибирская изверженная провинция пермо-триасового интрузивного и эффузивного траппового магма-

тизма. Высокий теплоэнергетический потенциал мантийно-плюмовых событий раннего протерозоя, его значительные пространственно-временные масштабы обусловили наблюдаемую в настоящее время линейную складчатость докембрийского фундамента СП и её отображение в геофизических полях как «застывшую» палеогеодинамику мегацикла развития СП (см. рис. 4).

Композиция атрибута гравитационного поля на территории северо-западного сегмента Сибирской платформы подобна экспериментально полученной структуре конвективных ячеек кровли термального плюма по форме и размерам ячеек,

ориентировке и положению границ между ними, латеральным детерминистским и одновременно иерархически-построенным (фрактальным) тенденциям в изменчивости их пространственных характеристик и соотношений (см. рис. 4, В [7]).

Выводы. Положение, морфология и размеры области отрицательных значений низкочастотной магнитной аномалии, которая характеризует состав и структуру литосферы центральной части АН тектонической провинции, обусловлены палеопротерозойским мантийным магматизмом и сопутствующими геологическими процессами, которые с учётом их масштабности в латеральном и радиальном направлениях являются следствием возникновения и развития в северо-западном сегменте Сибирской платформы суперплюмной активности.

Матрица ортогональных линеаментов – физико-геологическая реальность и результат архейского развития Сибирской платформы. Графические и табличные материалы статьи являются объективными отображениями геологического строения СП в её современных границах и состоянии как физической реальности.

Используя приёмы группирования различных фрагментов спектра пространственных частот потенциальных полей и последующего разделения посредством факторного анализа этого многомерного пространства данных на основные компоненты, проиллюстрируем образы некоторых из них на пространстве СП (рис. 5). На рис. 5, А показана пространственная изменчивость второй главной компоненты суммарной изменчивости четырёх извлечений из гравитационного поля после его осреднения с радиусами 10–35, 35–60, 60–100, 100–200 км; с ней связываются 25% дисперсии поля в указанных диапазонах. Рисунок иллюстрирует проявленность и обоснованность выделения субмеридиональных линеаментов картированием сингулярностей этого параметра поля. Линейные зоны сингулярностей поля маркируются близкими к нулю значениями компоненты, имеют ширину от 20 до 80 км. Низкие значения компоненты указывают на отсутствие в пределах зон доминирующих составляющих поля, что является следствием бесструктурности (деструкции) геологической среды в её радиальном направлении. Зоны сингулярностей, отображающие положение линеаментов, картируются на всём пространстве СП, они сопряжены с меридианами 102°, 108° и 114° в. д., разделяют территорию

на части («домены») с различным структурным обликом (имиджем) компоненты. Пространство между линеаменами Западный (102°) и Центральный (108°), Центральный и Восточный (114°) с исключением области между 62° с. ш. и южной границей Анабарского щита во многом аналогичны: севернее Анабарского щита между 102° и 114° фиксируются чередующиеся знакопеременные линейные аномалии северо-западного простирания, которые сохраняются южнее щита лишь в полосе 108° и 114° в. д. Южнее области влияния Транссибирского линеаментов вновь наблюдается сходство линейных и нелинейных элементов компоненты: их совокупности образуют две идентичные субмеридионально ориентированные области (102°–108° и 108°–114°), разделённые Центральным линеаментом, известным на данном интервале как Таймыро-Байкальский линеамент. Главный Анабарский разлом (фиолетовая линия) является фрагментом Центрального (108°) линеаментов, на что указывает не только его положение, но и такая же сдвиговая кинематика, которая установлена на Анабарском щите для разлома [6, 20] и которая фиксируется в полосе линеаментов вне щита по взаимоотношениям граничных структурных элементов, принадлежащих смежным тектоническим «доменам» – территориям Сибирской платформы.

Практически полное разрушение структурного облика компоненты между 62° с. ш. и южной границей Анабарского щита в полосе 102°–108°, отражающей соответствующие структурно-вещественные преобразования складчатого фундамента, обусловлено, как показано ранее, палеопротерозойскими плюм-мантийными событиями (см. рис. 4). Восточная граница области масштабного геодинамического влияния плюма на архейскую литосферу показана на рис. 5 (чёрная линия), возможно его воздействие в зоне Таймыро-Байкальского линеаментов к югу до 56° с. ш. (чёрный штрих-пунктир). При этом Транссибирский и Восточный (114° в. д.) линеаменты ограничивают область влияния плюма, являясь, вероятно, длительно-функционирующими диссипативными системами литосферы.

Из изложенного следует, что субмеридиональные линеаменты Западный (102°) и Восточный (114°) сформировались до раннепротерозойских плюм-мантийных событий, тогда как Таймыро-Байкальский (108°) линеамент и его сателлиты в верхних отделах коры являются следствием их

проявления и развития. Рассматриваемые субмеридиональные сингулярности атрибута гравитационного поля как отображения физической реальности литосферы Сибирской платформы фиксируют положение и статус зон крупных разломов, имеющих протяжённость 2–3 тыс. км и глубокое проникновение в мантию. Принципиально они соответствуют линеаментам Башарина, установленными по геологическим данным [3], коррелируются с глубинными зонами растяжения (ГЗР) в основании земной коры, выделенными Л. В. и Н. К. Булиными и В. И. Драгуновым по данным обработки пластовых скоростей поперечных волн (см. рис. 5, А), [4]. Субмеридиональные зоны сингулярностей атрибута гравитационного поля локализируют положение ГЗР, и, как отмечают авторы публикации [4]⁶, они «... представляют собой мантийного заложения рифтогенно-раздвиговые зоны деструкции, в которых произошла сильнейшая переработка пород фундамента». Остаётся согласиться с авторами статьи [4] в том, что субмеридиональные зоны деструкции литосферы Сибирской платформы конкретизируют проявленность и положение линейных рифтоподобных архейских структур, предсказанных Е. Е. Милановским [13].

Распределение третьей компоненты низкочастотных извлечений магнитного поля (радиусы осреднения 60–100, 100–200, 200–400 км), которая объясняет до 10 % их изменчивости, отображено на рис. 5, Б. Визуализация компоненты представляет собой совокупность линейных знакопеременных, в основном ортогонально расположенных аномалий субширотного и субмеридионального простирания, которые согласуются с сетью выделенных линеаментов и подчёркивают обоснованность их положения. Например, центральный широтный линеамент, близкий к статусу Транссибирского (64° с.ш.), на всём протяжении от западных краевых швов СП до русла р. Лена проявляется как фрагменты аномалий компоненты этого же направления либо ограничивает аномалии субмеридионального простирания, фиксирует смену их знака, интенсивности,

иные пространственные сингулярности параметра (см. рис. 5, Б).

Сопоставление пространственной изменчивости компоненты с материалами томографии магнитного поля вдоль профиля через всю территорию СП на широте трубки Удачная (см. рис. 5, Б, тонкая чёрная линия, [1, рис. 8]; толстая чёрная линия [1, рис. 4D]) и профиля на широте трубки Мир (см. рис. 5, А, толстая чёрная линия, [1, рис. 4, В]), а также качественное сопоставление с результатами выделения латеральных сейсмических неоднородностей в мантии Сибирского кратона вдоль сверхдлинных профилей Кратон, Метеорит и Рифт [11, 12] показали, что параметр отображает интегральный эффект намагничённости от крупных вещественных неоднородностей мантийной литосферы в интервале глубин 50–150 км. Важной особенностью компоненты при её детализации является обнаружение ячеистой структуры крупных аномалий любого знака, их фрагментирование на решётки более мелких ячеек. Подобная сингулярность потенциальных полей фиксируется в области длинноволновой части их спектра при анализе «тонких» фрагментов, что, возможно, является реликтовым отражением конвективных процессов в мантии при образовании древней литосферы Сибирской платформы.

Существенной на основе анализа соотношения амплитудных значений компоненты представляется дифференциация изучаемого пространства на крупные области, которые в целом отвечают положению тектонических провинций. В западной части Сибирской платформы, включающей Тунгусскую провинцию, северо-западные сегменты Анабарской и Оленёкской провинций, выделяются наиболее интенсивные знакопеременные аномалии компоненты значительной площади, которые отражают мозаично-крупноблоковое субъячеистое строение литосферы и её значительную тектоническую делимость в отличие от центральной части платформы и отчасти восточных территорий платформы. Юго-восточное ограничение этой территории (показано розовым штрих-пунктиром) сочетается с положением восточной границы геодинамического влияния палеопротерозойских плюм-мантийных событий по гравиметрическим данным (см. рис. 5, А, утолщённая чёрная линия). Указанное ограничение практически совпадает с положением Тунгусско-Оленёкской зоны разломов, что свидетельствует о взаимосопоставлении материалов потенциальных

⁶ Ранее Н. М. Чернышевыми, Л. И. Бокая [21] по структурным картам поверхности кристаллического фундамента и поверхности Мохоровичича была выделена система близ ортогональных желобовых ослабленных субмеридиональных поясов и субширотных зон, комплементарная обсуждаемой в статье системе линеаментов.

полей и адекватности предложенного геологического истолкования геофизических данных обобщённым геолого-тектоническим построениям в части изучения главных структур Сибирской платформы.

Таким образом, рассмотренные атрибуты потенциальных полей, характеризующие глубинное строение СП на разных уровнях литосферы, показывают, что северо-западный и юго-западный сегменты платформы обоснованно считаются складчатыми системами [8].

Не останавливаясь на характеристике и других особенностях структурных ансамблей компоненты (см. рис. 5, Б), отметим, что границы тектонических провинций в пределах пространства Сибирской платформы в целом отвечают выделенным линеаментам. Значение линеаментов как системы долгоживущих глубинных корово-мантийных разломных образований в размещении тектонических провинций Сибирской платформы и локализации алмазоносной литосферы представляется существенным (см. рисунки 1–6).

Результаты анализа и обработки материалов в контексте алмазоносности литосферы Сибирской платформы. Обратимся к рис. 6, который иллюстрирует основные тезисы публикации и уточним их содержание.

1. Центральная часть Сибирской платформы, АН тектоническая провинция, за исключением её северо-западной области, характеризуются низкими значениями длинноволновой части спектра магнитного поля и умеренными, близкими к средним для платформы значениями длинноволновой части спектра гравитационного поля. Все кимберлитовые поля, кроме Чомполинского поля находятся на территориях, которые характеризуются низкими или пониженными значениями длинноволновой части спектра магнитного поля.

2. Для территории АН характерны низкие значения изменчивости гравитационного поля во всём диапазоне пространственных частот (см. рис. 1 б). Высокая изменчивость магнитного поля с переходом в низкочастотную часть спектра резко снижается (исключение – северо-западная область), но возрастает на смежных с АН провинцией территориях (см. рисунки 1, А, 5, Б). Иначе говоря, вся территория АН провинции характеризуется низкой изменчивостью длинноволновой части спектра потенциальных полей.

3. Морфология, положение и размеры центральной части АН, которая выделяется существенно низкими значениями длинноволнового магнитного поля, ограничиваются системой субмеридиональных и субширотных линеаментов.

4. Особенности центральной части АН, а также проявленность её границ со смежными территориями комплементарны плану изоглубин кровли высокоскоростного слоя в основании литосферы, установленного при изучении латеральных сейсмических неоднородностей верхней мантии Сибирской платформы по профилям Рифт, Метеорит, Кратон [12].

5. Геофизические характеристики АН провинции согласуются с материалами томографии потенциальных полей по широтному профилю через район Далдынского поля (см. рис. 6, Б, В), которые показывают наличие «воронкообразной» мантийно-коровой структуры, выраженной в разрезе литосферы пониженными значениями избыточной плотности и намагничённости на фоне повышенных значений этих параметров [1].

6. Существенной является согласованность оценок по гравитационным и сейсмическим данным положения и мощности высокоплотного и высокоскоростного слоя, которая варьирует от 50 до 150 км (см. рис. 6, Б, Г) [1, 11, 12].

7. Представляется существенной физической реальностью (см. рис. 6, Б) субгоризонтальное, на уровне 200 ± 25 км, положение кровли относительно высокоплотного и высокоскоростного, достаточно однородного слоя до глубины 300 км и, возможно, ниже на отрезке профиля протяжённостью 750–800 км.

8. Комплексные геофизические материалы указывают на присутствие в литосфере АН провинции на глубинах 200–350 км и ниже устойчивого к внешним радиальным и латеральным тектономагматическим воздействиям слоя литосферы, который способствовал сохранности на протяжении 2–2,5 млрд лет вышерасположенного субстрата литосферы с отрицательными относительно смежных территорий значениями избыточной плотности и намагничённости.

Изложенные материалы, их интерпретация показывают, что территория Анабарской тектонической провинции Сибирской платформы в современных границах и состоянии (с исключением её северо-западной области) отвечает литосфере, которой в полном объёме соответствуют параметры

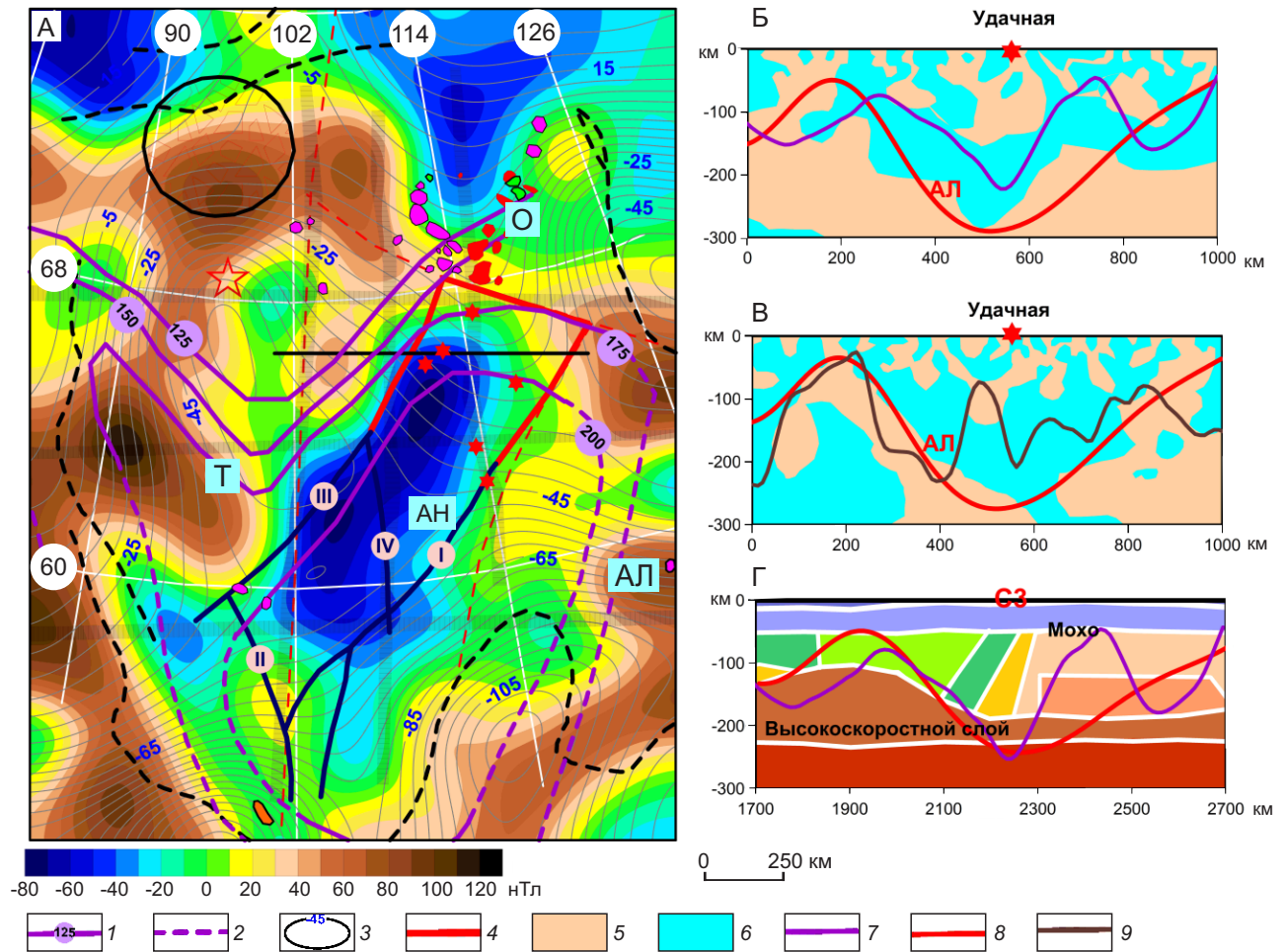


Рис. 6. Результирующие материалы обработки геофизических данных по территории СП: А – схематичные карты трендовых составляющих потенциальных полей (растр – магнитное поле, изоаномалы – гравитационное поле); Б – упрощённый томографический разрез распределения избыточной плотности через район Далдынского поля [1]; В – то же разрез распределения избыточной намагниченности [1]; Г – то же схематичный скоростной разрез [11]:

А: 1 – достоверные изолинии глубин до кровли высокоскоростного слоя и их отметки [12]; 2 – то же предполагаемые изолинии глубин [12]; 3 – изоаномалы трендовой составляющей гравитационного поля; 4 – прогнозируемое положение зон глубинных разломов АВРП; Б: области: 5 – положительных значений избыточных плотностей и намагниченности и 6 – отрицательных значений избыточных плотностей и намагниченности (АЛ – алмазоносная литосфера); график: 7 – второй компоненты низкочастотных извлечений гравитационного поля и 8 – трендовой составляющей магнитного поля; В: 9 – график третьей компоненты изменчивости низкочастотного магнитного поля; Г: СЗ – положение пункта мирного ядерного взрыва на профиле «Кратон» [11]

алмазоносного литосферного корня докембрийских кратонов (см. рис. 6, А).

Положение литосферного корня в целом коррелируется с Анабаро-Тунгусской филократонной СФО рифейского тектонического мегаэтапа СП [6]; с положением Ангарского, Усть-Кутского и, что важно, Центрального мегаблоков, выделенных на

основании комплексного изучения глубинного строения Сибирской платформы [23, рис. 7]; с границами максимального, до глубин 150–200 км, погружения астеносферного слоя, по данным МТЗ [23, рис. 9] и материалам других исследований. Знаковой представляется идентичность проявления (по морфологии, размерам, простиранью)

алмазоносного литосферного корня в магнитном поле СП отображению в магнитном поле алмазоносной территории Лак де Гра, расположенной на северо-западе Канады [1].

Фактом является тождественность положения, морфологии и размеров алмазоносного литосферного корня в юго-западной его части аналогичным параметрам АВРП СП, который как металлогеническая единица выделен и обоснован М. М. Одинцовым и его коллегами из ИЗК АН СССР [2], а предполагался ещё ранее В. С. Соболевым (1936). Отметим соответствие выделенных авторами монографии [2] глубинных зон разломов фундамента и чехла: Ангаро-Вилуйской (I), Ангаро-Ковинской (II), Катанга-Илимпейской (III) и Нижнетунгусской (IV) структурным особенностям низкочастотных потенциальных полей, приведённых на рис. 6 А. Комплементарность зон разломов особенностям линейных и нелинейных элементов среднечастотной части гравитационного поля иллюстрируется также на рис. 5 А, где наблюдается совпадение узлов пересечения Нижнетунгусской зоны с северо-восточными Ангаро-Вилуйской и Катанга-Илимпейской зонами с узлами пересечения Таймыро-Байкальского линеамента с субширотными линеаментами.

Выводы и прогноз-поисковые рекомендации. АВРП приурочен к юго-западному блоку центральной части АН провинции, которая является древним ядром платформы и обладает в максимальном объёме сохранившейся с архея алмазоносной литосферой.

1. Из очевидного геологического единства пространства этого блока с мантийной литосферой АН провинции следует целесообразность включения в состав АВРП северо-восточного сегмента АН, а обрамляющие рудный пояс Катанга-Илимпейскую (она же Тунгусско-Оленёкская и Далдыно-Оленёкская) с северо-запада и Ангаро-Вилуйскую (Мирнинско-Жиганскую) с юго-востока кимберлитоконтролирующие зоны глубинных разломов транслировать до северной границы АН провинции (см. рис. 6, А), где она отделяется от Оленёкской провинции Анабарской коллизонной системой (тектоно-гетероформационной шовной зоной по Маличу [6]). АВРП с ограничением на юго-западе Ангаро-Ковинской зоной разломов оправданно рассматривать совместно с Якутской алмазоносной субпровинцией как высокоалмазоносную Сибирскую провинцию, которая локализуется в пределах единого алма-

зоносного литосферного корня Сибирской платформы.

2. Приведённые материалы дают основание для прогноза выявления промышленно-алмазоносных кимберлитовых полей в пределах центральной части АН провинции и её ближайшего обрамления, в первую очередь, в зоне влияния Ангаро-Вилуйской системы глубинных разломов, где алмазоносная мантийная литосфера претерпела, если исходить из совокупности геофизических данных, менее значительное воздействие термальных раннепротерозойских и позднее палеозойских мантийно-плюмовых процессов. Прогнозный потенциал нужно связывать, что широко известно, с зонами корово-мантийных разломов как в пределах, так и в обрамлении алмазоносного литосферного корня.

3. Высокая алмазоносность кимберлитов Накынского поля, специфичность состава кимберлитов трубок (низкий уровень некогерентных элементов и др.) обусловлены, возможно, максимальной удалённостью поля от центра палеопротерозойских мантийно-плюмовых процессов, а также его расположением к востоку от линеамента 114° в. д., который как диссипативная система способствовал уменьшению термального воздействия плюмовой деятельности на алмазоносную литосферу рассматриваемой территории. Ряд атрибутов потенциальных полей в районе Накынского поля (северо-восточный «угол» АН провинции, восточнее 114° в. д.) характеризуется структурно-динамическими параметрами, существенно отличными от их оценок в других областях провинции (см. рисунки 3, А, 5, А). Можно допустить, что здесь наблюдается неизменный палеозойскими плюм-мантийными событиями реликт архейской литосферы, со своей, отличной от расположенных к западу субмеридиональных «доменов» Сибирской платформы, ранней историей формирования и развития.

4. Палеопротерозойские, а позднее палеозойские, мантийно-плюмовые процессы в пределах Оленёкской тектонической провинции привели к изменению её литосферы: уменьшению мощности, изменению состава, обогащению мафическими минералами, сокращению мощности ГГС и его погружению, подъёму кровли астеносферы. Отмеченные изменения состава и структуры литосферы провинции наглядно проступают в пространственном соотношении трендовых составляющих потенциальных полей в пределах

провинции (см. рис. 6). Нижне-Оленёкская и Куонапская группы кимберлитовых полей тяготеют к градиентным зонам крупного максимума поля силы тяжести, сопряжённого с минимумом магнитного поля. Этот классический структурный ансамбль геофизических полей указывает на значительный подъём кровли астеносферы в центральной части Уджинского палеорифта и встречное погружение коры, с одной стороны, на образование мощных немагнитных рифейских отложений в рифтовой системе, с другой стороны, что наряду с геологическими данными свидетельствует о приуроченности кимберлитов и кимберлитоподобных пород провинции к плечевым частям рифтовой зоны [6]. Геофизические данные, характеризующие глубинные особенности строения литосферы Оленекской провинции, не дают оснований для положительного прогноза в части выявления в её пределах промышленно-алмазных кимберлитовых трубок.

5. Геофизические материалы указывают на существование в архее единого континента, который в связи с раннепротерозойскими мантийно-плюмовыми процессами испытал мощный внутриконтинентальный рифтогенез. Проторифтогенез привёл к структурированию и дифференциации геологического пространства СП с признаками очагово-веерной и линеаментной упорядоченности разномасштабных СВК. В силу эредитарности геологической среды последствия мантийно-плюмовых событий проявлены повсеместно в облике различных трансформаций потенциальных полей, которые свидетельствуют о широком развитии линейных складчатых структур фундамента и их вполне закономерной упорядоченности. Геофизические данные как отражение физико-геологической реальности не дают оснований рассматривать тектонические зоны (Саяно-Таймырскую, Котуйканскую, Маганскую

и др.) как сuture в их классическом понимании с позиции плейт-тектонической концепции – коллизионные швы, маркирующие закрытие палеоокеанических бассейнов.

6. В минимальной степени палеопротерозойские и палеозойские мантийно-плюмовые процессы затронули АН провинцию, где фиксируется иной структурный облик складчатого фундамента: здесь в северной её части отмечаются реликты, а на юге – значительные области, где в структуре фундамента доминируют слабодифференцированные по латерали субмеридионально-ориентированные складчатые образования, по видимому, с блоками протокры и первичной мантийной литосферы (см. рис. 3). Отличительные от окружающих провинций геофизические характеристики мантийной алмазоносной литосферы АН (низкий уровень изменчивости потенциальных полей, пониженный уровень гравитационного и низкий магнитного поля, низкий уровень теплового потока и низкая электропроводность, повышенные скорости сейсмических волн) можно объяснить значительной долей в составе её субстрата литофильных элементов. Глобальное распространение в составе мантийной литосферы оливина приводит к предположению, что геофизические характеристики алмазоносной литосферы АН провинции определяются, прежде всего, существенной долей форстеритовой компоненты в оливине, что и обуславливает повышенную магнезиальность ультраосновных пород, их относительную облегчённость, низкую железистость и др. Смена состава оливина, обогащение фаялитовой компонентой обусловили формирование высокоплотностного и высокоскоростного основания («плотика») литосферы, который существенно уменьшил воздействие астеносферы на алмазоносную часть литосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев С. Г., Бочков П. А., Сенчина Н. П., Штоколенко М. Б.* Визуализация в потенциальных полях мантийно-коровых структур, контролирующей кимберлитовый и лампроитовый магматизм // Смирновский сборник. – М. : МАКС Пресс, 2018. – С. 292–308.
2. *Ангаро-Виллюйский* рудный пояс Сибирской платформы // М. М. Одинцов, В. Г. Домышев, Л. Г. Страхов и др.; Отв. ред. Ф. А. Летников. – Новосибирск : Наука, 1980. – 109 с.
3. *Башарин А. К., Беляев С. Ю., Хоменко А. В.* Северо-Азиатский кратон и Сибирская платформа: современная структура // Тихоокеанская геология. – 2005. – Т. 24, № 6. – С. 3–15.

4. Булин Н. К., Булина Л. В., Драгунов В. И. Глубинные зоны растяжения Сибирской платформы // Доклады РАН. – 2001. – Т. 381, № 1. – С. 82–87.
5. Витте Л. В., Василевский А. Н., Павлов Е. В. Региональные магнитные и гравитационные аномалии Сибирского кратона и их геологическая природа // Геофизический журнал. – 2009. – Т. 31, № 6. – С. 21–38.
6. Геология и полезные ископаемые России. В 6 томах. Том 3. Восточная Сибирь / Ред. Н. С. Малич. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2002. – 396 с.
7. Золотухин В. В., Малюк Б. И. Проблемы петрологии ассоциирующих вулканогенных базитов и ультрабазитов древних платформ и их никеленосности (на примере коматиитов, коматиитоподобных пород и базальтов) / Науч. ред. Г. В. Поляков. – Новосибирск : Филиал «Геш» Издательства СО РАН, Издательский дом «Манускрипт», 2001. – 242 с.
8. Красный Л. И. Глобальная система геоблоков. – М. : Недра, 1984. – 224 с.
9. Мартышко П. С., Ладовский И. В., Федорова Н. В., Бызов Д. Д., Цидаев А. Г. Теория и методы комплексной интерпретации геофизических данных. – Екатеринбург : УрО РАН, 2001. – 94 с.
10. Мартюшев Л. М., Селезнев В. Д. Принцип максимального производства энтропии в физике и смежных областях. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 83 с.
11. Мельник Е. А., Суворов В. Д., Павлов Е. В. Латеральные сейсмические неоднородности верхней мантии под Сибирским кратоном // Геодинамика. Геомеханика и геофизика: Материалы IXX Всероссийской конференции. – Новосибирск : ИНГТ СО РАН, 2019. – С. 21–23.
12. Мельник Е. А., Суворов В. Д., Павлов Е. В. Латеральные сейсмические неоднородности верхней мантии под Сибирским кратоном // Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология»: Сборник материалов в 4 томах. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – Т. 4. – С. 3–7.
13. Милановский Е. Е. Рифтогенез в истории Земли (рифтогенез на древних платформах). – М. : Недра, 1983. – 280 с.
14. Мушин И. А., Бродов Л. Ю., Козлов Е. А., Хатьянов Ф. И. Структурно-формационная интерпретация сейсмических данных. – М. : Недра, 1990. – 299 с.
15. Мясников Ф. В. Алмазоносная литосфера Сибирской платформы (по геофизическим данным). Тектоническое районирование // Отечественная геология. – 2022. – № 6. – С. 64–75.
16. Мясников Ф. В. Глубинные критерии кимберлитового магматизма Якутской алмазоносной провинции с позиции нелинейной геологии // Разведка и охрана недр. – 2020. – № 7. – С. 8–20.
17. Розен О. М. Сибирский кратон: тектоническое районирование, вопросы эволюции // Геотектоника. – 2003. – № 3. – С. 1–19.
18. Семинский Ж. В. Эндогенно-рудные системы Юго-Восточной Сибири в инверсионном слое земной коры // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле РАЕН. – 2015. – № 2 (51). – С. 5–18.
19. Суворов В. Д. Глубинные сейсмические исследования в Якутской кимберлитовой провинции. – Новосибирск : Наука, 1993. – 136 с.
20. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Отв. ред. Л. М. Парфенов, М. И. Кузьмин. – М. : Наука/Интерпериодика, 2001. – 571 с.
21. Чернышев Н. М., Бокая Л. И. Морфоструктурные элементы консолидированной коры Сибирской платформы // Структурные элементы земной коры и их эволюция. – Новосибирск : Наука, 1983. – С. 144–151.
22. Чиков Б. М. Проблемы геологической интерпретации сейсмоочаговых систем земной коры (геомеханика и тектонофизический анализ) // Геодинамика и тектонофизика. – 2010. – Т. 1, № 3. – С. 231–248.
23. Эринчек Ю. М., Мильштейн Е. Д., Колесник Н. Н. Глубинное строение и геодинамика районов проявления кимберлитового магматизма на Сибирской платформе // Региональная геология и металлогения. – 2000. – № 10. – С. 209–228.

REFERENCES

1. Alekseyev S. G., Bochkov P. A., Senchina N. P., Shtokolenko M. B. Vizualizatsiya v potentsial'nykh polyakh mantiyno-korovykh struktur, kontroliruyushchikh kimberlitovyy i lamproitovyy magmatizm [Visualization in potential fields of mantle-crustal structures controlling kimberlite and lamproite magmatism]. Smirnovskiy sbornik, Moscow, MAKS Press publ., 2018, pp. 292–308. (In Russ.)
2. Angaro-Vilyuyskiy rudnyy poiyas Sibirskoy platform [Angara-Vilyui ore belt of the Siberian Platform], M. M. Odintsov, V. G. Domyshev, L. G. Strakhov, F. A. Letnikov et al., Novosibirsk, Nauka publ., 1980, 109 p. (In Russ.)
3. Basharin A. K., Belyayev S. Yu., Khomenko A. V. Severo-Aziatskiy kraton i Sibirskaya platforma:

- sovremennaya struktura [North Asian craton and Siberian platform: modern structure], Tikhookeanskaya geologiya, 2005, V. 24, No. 6, pp. 3–15. (In Russ.)
4. *Bulin N. K., Bulina L. V., Dragunov V. I.* Glubinnyye zony rastyazheniya Sibirskoy platformy [Deep extension zones of the Siberian Platform], Doklady RAN, 2001, V. 381, No. 1, pp. 82–87. (In Russ.)
 5. *Vitte L. V., Vasilevskiy A. N., Pavlov Ye. V.* Regional'nyye magnitnyye i gravitatsionnyye anomalii Sibirskogo kratona i ikh geologicheskaya priroda [Regional magnetic and gravitational anomalies of the Siberian craton and their geological nature], Geofizicheskiy zhurnal, 2009, V. 31, No. 6, pp. 21–38. (In Russ.)
 6. *Geologiya i poleznye iskopayemyye Rossii. V 6 tomakh. Tom 3. Vostochnaya Sibir'* [Geology and minerals of Russia. In 6 volumes. Volume 3. Eastern Siberia], Ed. N. S. Malich, St. Petersburg, VSEGEI publ., 2002, 396 p. (In Russ.)
 7. *Zolotukhin V. V., Malyuk B. I.* Problemy petrologii assotsiruyushchikh vulkanogennykh bazitov i ul'trabazitov drevnikh platform i ikh nikelenosnosti (na primere komatiitov, komatiitopodobnykh porod i bazal'tov) [Problems of petrology of associated volcanogenic mafic and ultrabasic rocks of ancient platforms and their nickel content (on the example of komatiites, komatiitelike rocks and basalts)], Ed. G. V. Polyakov, Novosibirsk, Gesh publ., Manuscript publ., 2001, 242 p. (In Russ.)
 8. *Krasnyy L. I.* Global'naya sistema geoblokov [Global system of geoblocks], Moscow, Nedra publ., 1984, 224 p. (In Russ.)
 9. *Martyshko P. S., Ladovskiy I. V., Fedorova N. V., Byzov D. D., Tsidayev A. G.* Teoriya i metody kompleksnoy interpretatsii geofizicheskikh dannykh [Theory and methods of complex interpretation of geophysical data], Yekaterinburg, UrO RAN publ., 2001, 94 p. (In Russ.)
 10. *Martyushev L. M., Seleznev V. D.* Printsip maksimal'nogo proizvodstva entropii v fizike i smezhnykh oblastyakh [The principle of maximum entropy production in physics and related fields], Yekaterinburg, GOU VPO UGTU-UPI publ., 2006, 83 p. (In Russ.)
 11. *Mel'nik Ye. A., Suvorov V. D., Pavlov Ye. V.* Lateral'nyye seismicheskiye neodnorodnosti verkhney mantii pod Sibirskim kratonom [Lateral seismic inhomogeneities of the upper mantle under the Siberian Craton], Geodinamika. Geomekhanika i geofizika: Materialy IXX Vserossiyskoy konferentsii [Geomechanics and Geophysics: Proceedings of the IXX All-Russian Conference], Novosibirsk, INGG SO RAN publ., 2019, pp. 21–23. (In Russ.)
 12. *Mel'nik Ye. A., Suvorov V. D., Pavlov Ye. V.* Lateral'nyye seismicheskiye neodnorodnosti verkhney mantii pod Sibirskim kratonom [Lateral seismic inhomogeneities of the upper mantle under the Siberian Craton], Nedropol'zovaniye. Gornoye delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopayemykh. Ekonomika. Geoekologiya [Subsoil use. Mining engineering. Directions and technologies of prospecting, exploration and development of mineral deposits. Economy. Geoecology] Collection of materials in 4 volumes, Novosibirsk, SGUGiT, 2017, V.4, pp. 3–7. (In Russ.)
 13. *Milanovskiy Ye. Ye.* Riftogenez v istorii Zemli (riftogenez na drevnikh platformakh) [Rifting in the history of the Earth (rifting on ancient platforms)], Moscow, Nedra publ., 1983, 280 p. (In Russ.)
 14. *Mushin I. A., Brodov L. Yu., Kozlov Ye. A., Khat'yanov F. I.* Strukturno-formatsionnaya interpretatsiya seismicheskikh dannykh [Structural-formational interpretation of seismic data], Moscow, Nedra publ., 1990, 299 p. (In Russ.)
 15. *Myasnikov F. V.* Almazonosnaya litosfera Sibirskoy platformy (po geofizicheskim dannym). Tektonicheskoye rayonirovaniye [Diamond-bearing lithosphere of the Siberian platform (according to geophysical data). Tectonic zoning], Otechestvennaya geologiya [Domestic Geology], 2022, No. 6, pp. 64–75. (In Russ.)
 16. *Myasnikov F. V.* Glubinnyye kriterii kimberlitovogo magmatizma Yakutskoy almazonosnoy provintsii s pozitsii nelineynoy geologii [Depth criteria for kimberlite magmatism in the Yakutsk diamondiferous province from the standpoint of nonlinear geology], Razvedka i okhrana neдр, 2020, No. 7, pp. 8–20. (In Russ.)
 17. *Rozen O. M.* Sibirskiy kraton: tektonicheskoye rayonirovaniye, voprosy evolyutsii [Siberian craton: tectonic zoning, questions of evolution], Geotektonika, 2003, No. 3, pp. 1–19. (In Russ.)
 18. *Seminskiy Zh. V.* Endogenno-rudnyye sistemy Yugo-Vostochnoy Sibiri v inversionnom sloye zemnoy kory [Endogenous-ore systems of South-Eastern Siberia in the inversion layer of the earth's crust], Izvestiya Sibirskogo otdeleniya seksii nauk o Zemle RAYEN, 2015, No. 2 (51), pp. 5–18. (In Russ.)
 19. *Suvorov V. D.* Glubinnyye seismicheskiye issledovaniya v Yakutskoy kimberlitovoy provintsii [Deep seismic studies in the Yakutsk kimberlite province], Novosibirsk, Nauka publ., 1993, 136 p. (In Russ.)
 20. *Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Sakha (Yakutiya)* [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the territory of the Republic of Sakha (Yakutia)], Ed. L. M. Parfenov, M. I. Kuz'min, Moscow, Nauka/Interperiodika publ., 2001, 571 p. (In Russ.)
 21. *Chernyshev N. M., Bokaya L. I.* Morfostrukturnyye elementy konsolidirovannoy kory Sibirskoy platformy. Strukturnyye elementy zemnoy kory i ikh evolyutsiya [Morphostructural elements of the consolidated crust of the Siberian Platform. Structural elements of the earth's crust and their evolution], Novosibirsk, Nauka publ., 1983, pp. 144–151. (In Russ.)

22. *Chikov B. M.* Problemy geologicheskoy interpretatsii seysmoochagovykh sistem zemnoy kory (geomekhanika i tektonofizicheskiy analiz) [Problems of geological interpretation of seismic source systems of the Earth's crust (geomechanics and tectonophysical analysis)], *Geodinamika i tektonofizika*, 2010, V. 1, No. 3, pp. 231–248. (In Russ.)
23. *Erinchek Yu. M., Mil'shteyn Ye. D., Kolesnik N. N.* Glubinnoye stroyeniye i geodinamika rayonov pro-yavleniya kimberlitovogo magmatizma na Sibirskoy platforme [Deep structure and geodynamics of kimberlite magmatism areas on the Siberian Platform], *Regional'naya geologiya i metallogeniya*, 2000, No. 10, pp. 209–228. (In Russ.)

По всем вопросам, связанными со статьями, следует обращаться в редакцию
по тел. +7 (495)315-28-47,
E-mail: ogeo@tsnigri.ru

Адрес редакции: 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1

Статья поступила в редакцию 15.12.22; одобрена после рецензирования 16.01.23; принята к публикации 17.01.23.
The article was submitted 15.12.22; approved after reviewing 16.01.23; accepted for publication 17.01.23.