

К характеристике позднемезозойского базальтоидного магматизма Восточно-Баренцевского мегабассейна и Земли Франца-Иосифа: геофизические данные и геологические примеры

Шипилов Э. В. 

Полярный геофизический институт, Мурманск, shipilov@pgi.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты интерпретационного анализа геолого-геофизических данных, проливающих свет на разнообразие форм и тектоническую приуроченность проявлений позднемезозойского (J-K) базальтоидного магматизма в Восточно-Баренцевском мегабассейне и на архипелаге Земля Франца-Иосифа. Проявления интрузивного магматизма в осадочном чехле мегабассейна зафиксированы сейсмическими разрезами МОВ ОГТ, которые интерпретировались с учетом материалов бурения на шельфе и островах архипелага Земля Франца-Иосифа. Приводятся оригинальные данные полевых наблюдений и радиологического определения абсолютного возраста магматических пород архипелага на основе $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ метода. По результатам совокупного анализа полученных данных и структуры аномального магнитного поля рассмотрены пространственно-временные особенности и геодинамическое истолкование плюмовой природы проявлений магматизма архипелага. Обосновывается схема его тектонического районирования на основе выделения литосферных доменов в структуре аномального магнитного поля.

Ключевые слова: Восточно-Баренцевский мегабассейн, Земля Франца-Иосифа, базальтоидный магматизм, аномальные сейсмические горизонты, магнитное поле, силлы, дайки, покровы.

On the characteristics of the Late Mesozoic basaltoid magmatism of the East Barents megabasin and Franz Josef Land: geophysical data and geological examples

Shipilov E. V. 

Polar Geophysical Institute, Murmansk, shipilov@pgi.ru

Abstract. The article presents the results of an interpretative analysis of geological and geophysical data that shed light on the diversity of forms and tectonic location of manifestations of Late Mesozoic (J-K) basaltoid magmatism in the East Barents megabasin and on the Franz Josef Land archipelago. Manifestations of intrusive magmatism in the sedimentary cover of the megabasin are illustrated by seismic CDP sections, which were interpreted taking into account magnetometric data, as well as drilling materials on the shelf and islands of the Franz Josef Land archipelago. Original data from field observations and radiological determination of the absolute age of igneous rocks of the archipelago based on the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method are presented. Based on the results of a combined analysis of the data obtained and the structure of the anomalous magnetic field, the spatial and temporal features and geodynamic interpretation of the plume nature of the magmatism manifestations of the archipelago are considered. The scheme of its tectonic zoning based on the allocation of lithospheric domains in the structure of an anomalous magnetic field is substantiated.

Keywords: East Barents megabasin, Franz Josef Land, basaltoid magmatism, anomalous seismic horizons, magnetic field, sills, dikes, lava flows.

Введение

По результатам интерпретации сейсмических данных установлено, что в строении осадочных толщ Баренцевоморской континентальной окраины и особенно в Восточно-Баренцевском мегабассейне (ВБМБ) присутствуют многочисленные контрастные, «аномальные», горизонты, отличающиеся интенсивными отражательными свойствами в волновом поле (рис. 1).

В параллельно-слоистых средах этим горизонтам свойственна горизонтальная изменчивость, как согласное, так и несогласное, а нередко и дискордантное положение в различных сейсмокомплексах, перескок с одного гипсометрического уровня на другой. В волновом поле они динамически отчетливо выражены и следятся в виде двухфазных колебаний с видимым периодом $\sim 70\text{--}100$ м/с.

Интервалы аномальных горизонтов характеризуются скачкообразным возрастанием скоростей на 1–2 км/с.

Анализ параметров волнового поля изучаемой среды показывает, что присутствие пакетов динамичных субсогласных и дискордантных аномальных горизонтов практически полностью подавляет отражающие характеристики рефлекторов нижележащих сеймостратиграфических комплексов. По этой причине их корреляция во многом затруднительна (рис. 1 д). Неопределенности с установлением положения подошвы осадочного чехла и ряда других границ раздела, как представляется автору, обусловлены не только сверхглубинными структурными условиями, но главным образом связаны с экранированием сейсмического сигнала «аномальными» горизонтами, представленными, как показывают исследования, базальтоидными интрузиями – силлами различной мощности.

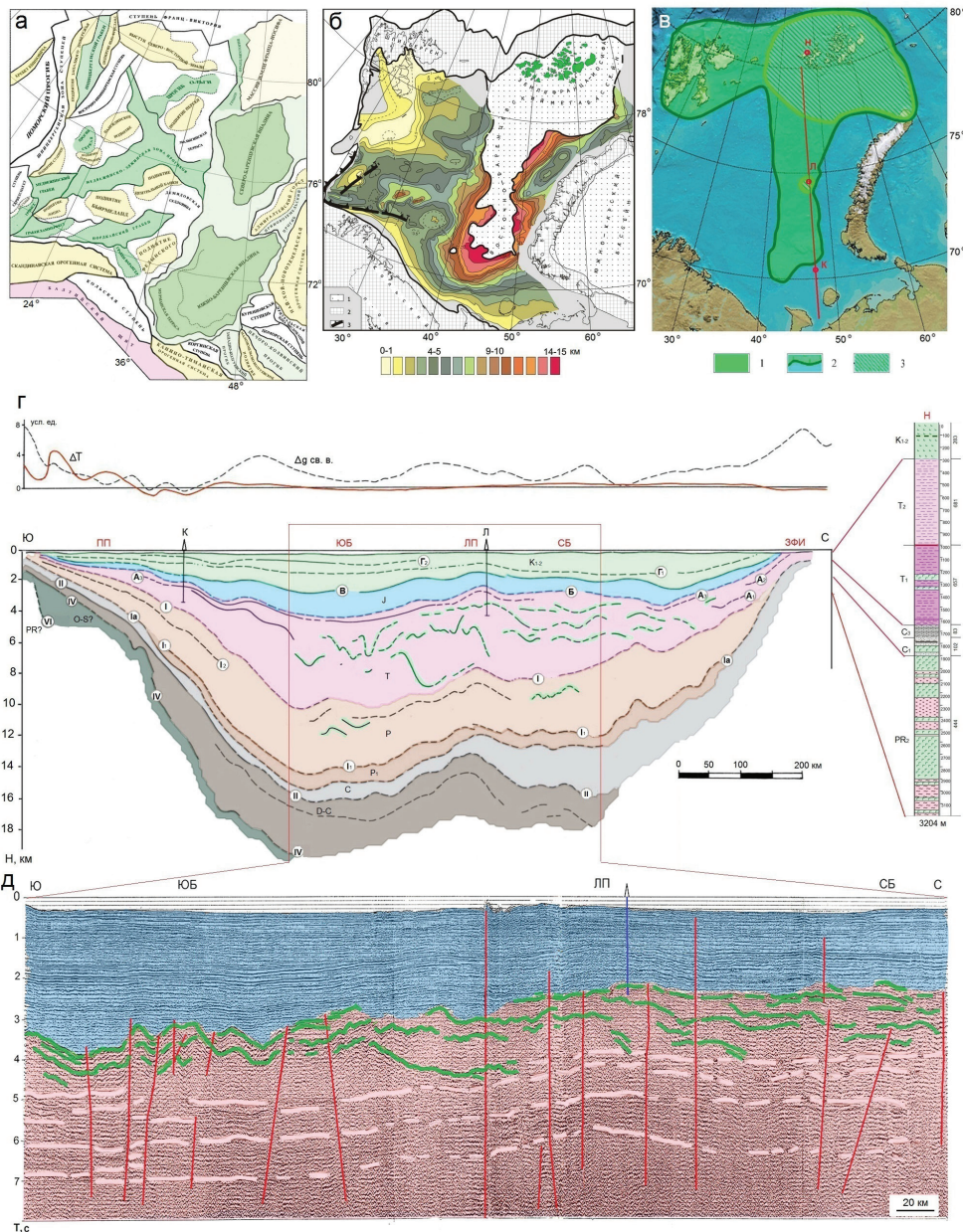


Рис. 1. Строение Баренцевоморской континентальной окраины.

а – Схема структурно-тектонических элементов востока Баренцевоморской континентальной окраины: 1 – границы троговой системы в основании осадочного чехла Восточно-Баренцевского мегабассейна, 2 – разломы различной кинематики, 3 – очертания границ бассейнов в составе мегабассейна, 4 – надвиги. Цифры на схеме: бассейны – 1 – Южно-Баренцевский, 3 – Северо-Баренцевский, 4 – Св. Анны (Северо-Новоземельский); 2 – Лудловское поднятие (перемычка), 5 – массив Земли Франца-Иосифа, 6 – Карская

(Северо-Карская) плита, 7 – Пайхойско-Новоземельский складчатый пояс, 8 – Печороморская плита, 9 – Балтийский щит.

б – структурная карта по поверхности (кровле) позднепалеозойских карбонатов (изогипсы отражающего горизонта Ia).

1 – область замещения карбонатов терригенными отложениями, 2 – области эрозии или отсутствия верхнепалеозойских карбонатов, 3 – положение бровки шельфа в раннем, среднем и позднем триасе.

в – ареал распространения позднемезозойских базальтоидных образований и положение линии разреза со скважинами (рис. г). Скважины: К – Куренцовская, Л – Лудловская, Н – Нагурская.

1 – площадное распространение интрузивного магматизма (преимущественно в виде силлов), 2 – контур магматического ареала, 3 – площадное распространение интрузивного магматизма в виде дайковых комплексов.

г – глубинная пликтивная модель строения сейсмогеологического разреза Восточно-Баренцевского мегабассейна по меридиональному профилю Печороморская плита – арх. Земля Франца-Иосифа и стратиграфические комплексы разреза скважины Нагурская (о. Земля Александры, арх. ЗФИ).

На сейсмогеологическом разрезе буквами обозначены основные горизонты раздела осадочного чехла, зеленой подсветкой показаны некоторые аномальные отражающие горизонты. Зеленые интервалы в разрезе скважины – магматические образования.

Буквенные обозначения: ПП – Печороморская плита, ЮБ – Южно-Баренцевский бассейн, ЛП – Лудловское поднятие, СБ – Северо-Баренцевский бассейн, ЗФИ – сводово-блоковое поднятие арх. Земля Франца-Иосифа.

д – фрагмент сейсмического разреза, иллюстрирующий влияние пакетов силлов (зеленые горизонты) на волновую картину: синий интервал – отчетливое отображение структуры осадочного чехла в отсутствие аномальных горизонтов-силлов; коричневый интервал – отображение осадочного чехла под силовыми комплексами. Светлые полосы – условные горизонты.

Fig. 1. Structure of the Barents Sea continental margin.

а – Scheme of structural-tectonic elements of the Eastern Barents Sea continental margin: 1 – boundaries of the trough system at the base of the sedimentary cover of the East Barents megabasin, 2 – faults of various kinematics, 3 – outlines of the boundaries of basins within the megabasin, 4 – thrusts.

Numbers on the scheme: basins – 1 – South Barents, 3 – North Barents, 4 – St. Anna (North Novozemelsky); 2 – Ludlovskaya uplift, 5 – Franz Josef Land massif, 6 – Kara (North Kara) plate, 7 – Paikhoi-Novaya Zemlya fold belt, 8 – Pechora Sea plate, 9 – Baltic shield.

б – structural map along the surface (roof) of Late Paleozoic carbonates (isohypses of reflecting horizon Ia).

1 – area of carbonate replacement by terrigenous sediments, 2 – areas of erosion or absence of Upper Paleozoic carbonates, 3 – position of the shelf edge in the Early, Middle and Late Triassic.

в – distribution area of Late Mesozoic basaltoid formations and the position of the section line with wells (fig. г). Wells: К – Kurentsovskaya, Л – Ludlovskaya, Н – Nagurskaya.

1 – areal distribution of intrusive magmatism (mainly in the form of sills), 2 – contour of the magmatic area, 3 – areal distribution of intrusive magmatism in the form of dike complexes.

г – deep plicative model of the structure of the seismic geological section of the East Barents megabasin along the meridional profile of the Pechora Sea plate – arch. Franz Josef Land and stratigraphic complexes of the Nagurskaya well section (Alexandra Land island, arch. FJL).

On the seismic geological section, letters indicate the main horizons of the section of the sedimentary cover; green highlighting shows some anomalous reflecting horizons. Green intervals in the well section are igneous formations.

Letter designations: PP – Pechora Sea Plate, YB – South Barents Basin, LP – Ludlovskoye Uplift, SB – North Barents Basin, ZFI – arch-block uplift of the arch. Franz Josef Land.

д – fragment of a seismic section illustrating the influence of sill packages (green horizons) on the wave pattern: blue interval – a clear display of the structure of the sedimentary cover in the absence of anomalous sill horizons; brown interval – display of the sedimentary cover under the power complexes. Light stripes are supposed conventional horizons.

В этой связи изучение распространения магматизма по сеймостратиграфическим комплексам в разрезе и в площадном отношении, приуроченности и форм его проявления в пределах различных тектонических элементов имеет немаловажное значение как для расшифровки строения континентальной окраины, так и для оценки масштабов плюмового магматизма, его участия в геодинамических преобразованиях литосферы Арктики и влияния на размещение и миграцию УВ (Корого и др., 2010; Шипилов, 2016 а, б).

Фактический материал и методы

Результаты, освещающие особенности распространения и формы проявления позднемезозойского базальтоидного магматизма основаны на интерпретационном анализе комплекса геологических и геофизических данных. Они включают полученные в разные годы профильные сейсмические разрезы региональных и рекогносцировочных исследований методом отраженных волн общей глубинной точки (МОВ ОГТ), которые интерпретировались с учетом магнитометрических и гравиметрических данных, а также материалов бурения на шельфе и островах Баренцевоморской континентальной окраины.

Вместе с тем использовались оригинальные данные полевых наблюдений на архипелаге ЗФИ и определения абсолютного возраста отобранных образцов базальтоидных образований, что в совокупности с результатами интерпретации материалов морских геолого-геофизических исследований позволило обосновать области их распространения и этапы проявления магматизма.

Интрузивные комплексы в структуре ВБМБ

Самая многочисленная группа хаотических тел силлов, отличающаяся разнообразием форм проявления, фиксируется в сейсмостратиграфическом диапазоне комплексов пород от верхнепермско-триасового до нижнемелового. На многочисленных сейсмических разрезах через Южно - и Северо-Баренцевскую впадины достаточно отчетливо наблюдается, как с юга на север, верхние горизонты пакетов интрузивных базальтоидных тел занимают все более высокие стратиграфические и гипсометрические уровни в разрезе осадочного чехла. Если судить по скв. Нагурская (рис.1), магматические горизонты присутствуют и в комплексах протерозойского фундамента, причем в значительно большем количестве, чем в осадочном чехле. Наряду с этим, материалы сейсмоакустической записи в желобе Франц-Виктория вблизи арх. ЗФИ показывают отпрепарированные на новейшем этапе магматические образования, которые прорывают нижнемеловые отложения и экспонируются в виде останцовых фрагментов на поверхности дна моря (Solheim, et al., 1998).

Вместе с тем, начиная с Лудловского поднятия и далее в Северо-Баренцевской впадине, концентрация пластовых тел силлов заметно нарастает, и появляются узкие колоннообразные волновые аномалии, регистрируемые ниже динамичных отражающих горизонтов. Материалы сейсмических работ, аэромагнитных и гидромагнитных съемок и прямые аналогии с арх. ЗФИ позволяют предполагать, что эти зоны или колонны нарушения сейсмической записи, запечатленные в структуре аномального магнитного поля, связаны с дайками и подводящими (питающими) каналами пластовых интрузивных образований (Лыгин и др., 2023; Малютин, 1999; Шлыкова и др., 2017). Столбообразные зоны потери корреляции осей синфазности (дайки) при прослеживании от профиля к профилю протягиваются строго в северо-западном направлении в виде многочисленных эшелонированных звеньев, достигая длины около сотни километров.

Мощная линза верхнепермско-триасовых отложений, надстраиваемая юрой и мелом, базируется на верхнепалеозойских карбонатах (в бортовых зонах опорный отражающий сейсмический горизонт Ia). Однако, в строении кровли этого комплекса в депоцентрах под впадинами Южно-Баренцевской, Северо-Баренцевской и Северо-Новоземельской (Святой Анны) на сейсмических разрезах не наблюдается сколько-нибудь ясной корреляции горизонта кровли, и он перестает прослеживаться как рефлектор, связанный с поверхностью карбонатного комплекса (рис. 1 б). Следует подчеркнуть, что ареал развития аномальных рефлексоров в плане достаточно определенно совпадает с областью отсутствия (прекращения корреляции) горизонта Ia (или с «зиянием» в кровле палеозойских карбонатов) в Восточно-Баренцевском мегабассейне. Таким образом, площадное распространение силлов как бы повторяет конфигурацию лежащей в основании мегабассейна троговой системы и вместе с тем маркирует область отсутствия или замещения карбонатов позднего палеозоя (рис. 1).

Наибольшее количество пластовых тел базальтоидов по данным сейсморазведочных разрезов отмечается в районе Лудловского поднятия и далее по направлению к ЗФИ (рис. 1). Здесь морской скважиной Лудловской были вскрыты в разрезе триаса два самых верхних прослоя базальтов, с за-

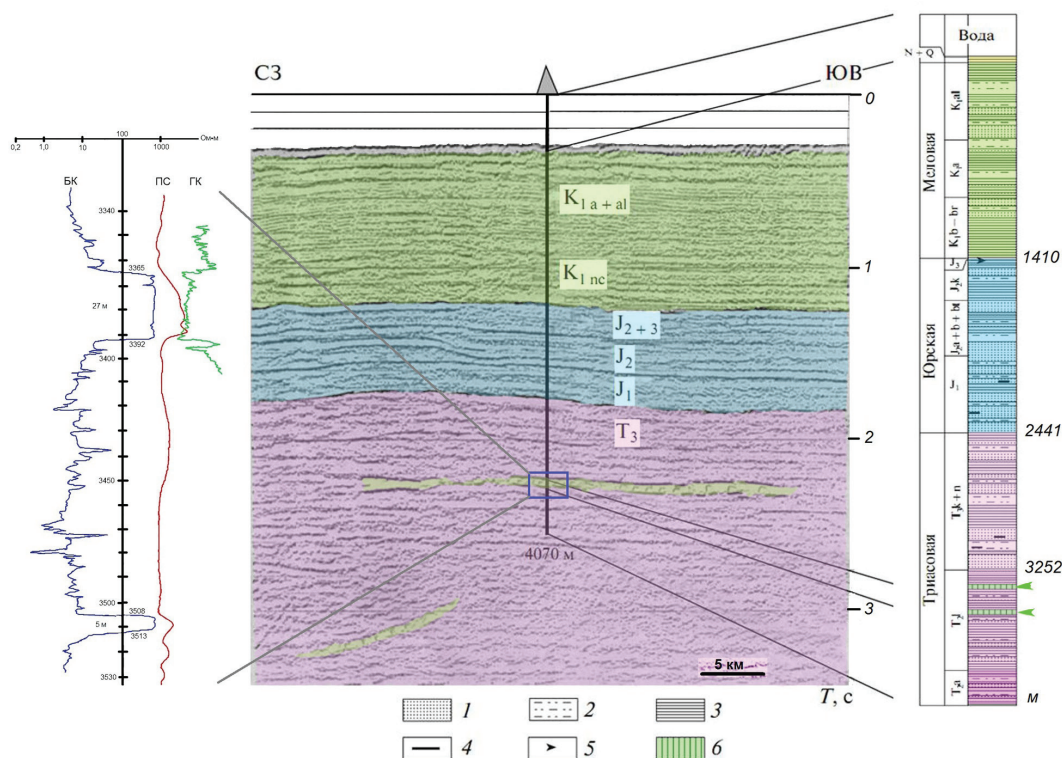


Рис. 2 . Сопоставление сейсмического разреза (фрагмент профиля 088513) Лудловской площади и разреза скважины (с фрагментом каротажной диаграммы), вскрывшей пластовые тела силлов в терригенном комплексе триаса. Стрелками показано положение силлов в разрезе скважины.

Литологический состав: 1 – песчаники, 2 – алевролиты, 3 – глины, аргиллиты, 4 – угленосность, 5 – битуминозные аргиллиты, 6 – базальты.

Fig. 2 . Comparison of the seismic section (fragment of the profile 088513) of the Ludlovskaya area and the section of the well (with a fragment of the logging diagram) that revealed the formation bodies of sills in the Triassic terrigenous complex. The arrows show the position of the sills in the section of the well.

Lithological composition: 1 – sandstones, 2 – siltstones, 3 – clays, mudstones, 4 – carboniferous, 5 – bituminous mudstones, 6 – basalts.

леганием кровли на глубинах 3365 м и 3508 м (рис. 2) (Комарницкий, Шипилов, 1991; Комарницкий и др., 1993).

Мощность этих пластов базальтов оценивается соответственно 27 и 5 м (рис. 2). Но на сейсмическом разрезе отражение получил лишь верхний силл, т. к. тела менее 10 м в силу разрешающей способности метода не фиксируются. Изучение показало, что силлы представлены преимущественно габбро-диабазами и габбро-долеритами. Как показало определение их абсолютного возраста К-Аг методом, они принадлежат разным генерациям: верхний силл имеет возраст 131–139 млн лет (неоком: готерив–валанжин), а второй – 159 млн лет (оксфорд). По химическому составу пластовые тела силлов близки трапповым образованиям архипелага Земля Франца-Иосифа (интрузии в скв. Нагурская) и о. Западный Шпицберген.

Таким образом, результаты бурения на шельфе и островах подтверждают, что в литолого-фациальном отношении наиболее предпочтительные условия для размещения силлов имели место в толщах триасовых отложений.

О магматизме арх. Земля Франца-Иосифа

Ранее автором отмечалось, что главной особенностью магнитного поля ЗФИ является полосовой характер с наличием протяженных (до 400–450 км) и согласованных положительных линейных аномалий северо-западного простирания (Шипилов, 2016б). Таким образом, в структуре аномального магнитного поля получили отображение многочисленные тела даек базальтоидов и подводящие магматические каналы, поставлявшие расплавы для значительно более распространенных

и преобладающих по площади силлов и покровов, бронирующих разрезы отложений ряда островов архипелага и прилегающих шельфовых районов. Другая особенность аномального магнитного поля, с точки зрения районирования, заключается в его дифференцированности в генеральном плане на две значительных по площади области – юго-западную и северо-восточную. В этих двух магнитных доменах отмечается присутствие, особенно в шельфовом сегменте, довольно крупных, по всей видимости, объединенных и сливающихся, аномалий наиболее высокой для поднятия ЗФИ интенсивности – около 300–400 нТл. Домены разобщены практически сквозной полосой отрицательных значений с выраженными на ее фоне 3–4 прерывистыми положительными аномалиями средней интенсивности (рис. 3).

Две выделенные области с высокими значениями аномалий магнитного поля, как показывают материалы геологических съемок разных лет, представлены преобладающими, среди других форм проявления базальтоидного магматизма, телами покровов и силлов, причем с наиболее древними по К-Аг методу возрастами (раннемезозойскими). Так, по опубликованным радиологическим данным для юго-западной области здесь имеются значения от 221.5 (Земля Георга) до 207.9 млн лет (Земля Александры), а для северо-восточной – от 220 млн лет (о. Рудольфа) до 180.9–187 (о-ва Рудольфа и Джексона) (Объяснительная..., 2004; 2006; 2011; Пискарев и др., 2009).

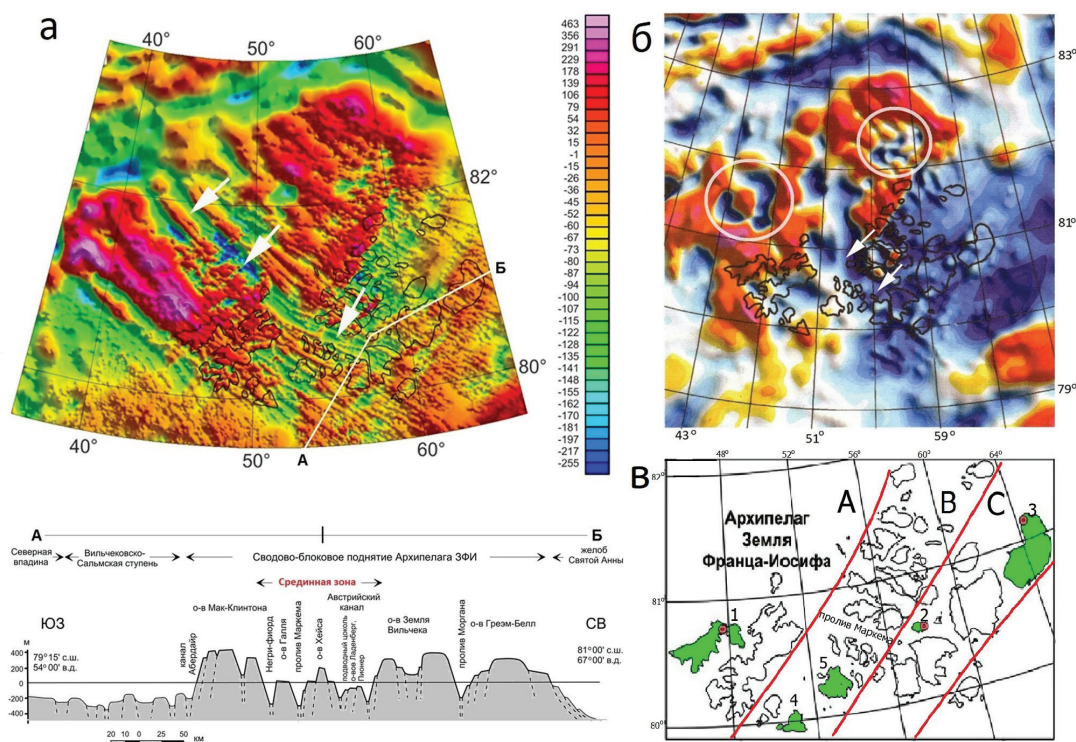


Рис. 3. Структура аномального магнитного поля (по данным ПМГРЭ) (а) и литосферные магнитные аномалии (б) ЗФИ. А–Б – положение линии структурно-геоморфологического профиля (ниже), составленного на базе батиметрических данных. Белые стрелки указывают на положение срединной разделительной зоны. На рисунке б – магнитные домены осложнены кольцеобразными магматическими структурами; в – расположение скважин и исследуемых островов*: 1 – скв. Нагурская (о. Земля Александры*), 2 – скв. Хейса (одноименный о-в*), 3 – Северная (о. Грэм-Белл), 4 – о. Нортбрук*, 5 – о. Гукера*. Структурно-фациальные зоны: А – Александровская, В – Вильчевковская, С – Сальмская.

Fig. 3. The structure of the anomalous magnetic field (according to the PMGRE data) (a) and lithospheric magnetic anomalies (b) of the Franz Josef Land. A–B is the position of the line of structural and geomorphological profile (below) compiled on the basis of bathymetric data. The white arrows indicate the position of the median dividing zone. Fig. б – two magnetic domains are complicated by ring-shaped magmatic structures; в – the location of wells and the studied islands*: 1 – Nagurskaya (Alexandra Land Island*), 2 – Hayes (the island of the same name*), 3 – Severnaya (Graham Bell Island), 4 – Northbrook Island*, 5 – Hooker Island*. Structural-facies zones: A – Alexandrovskaya, B – Vilchekovskaya, C – Salmskaya.

Отмеченные особенности приуроченности наиболее ранних проявлений базальтоидного магматизма к краевым частям выделенных областей подтверждаются результатами наших определений возраста магматических образований (Шипилов, Карякин, 2010; 2011).

На о. Земля Александры в районе северного побережья бухты Северная мы получили $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировки методом ступенчатого прогрева по минеральным фракциям трех покровов в двух разрезах (рис. 4). В первом из них (обн. 25–23–24) для нижнего покрова миндалекаменных плагиоклазовых базальтов со столбчатой отдельностью (обр. 24) получены значения 189.9 ± 3.1 млн лет. Возраст среднего покрова базальтов (обр. 23) и долеритов с глыбовой отдельностью оценивается в 156.5 ± 5.3 млн лет. Самый верхний покров гигантостолбчатых базальтов (обр. 25) имеет сред-

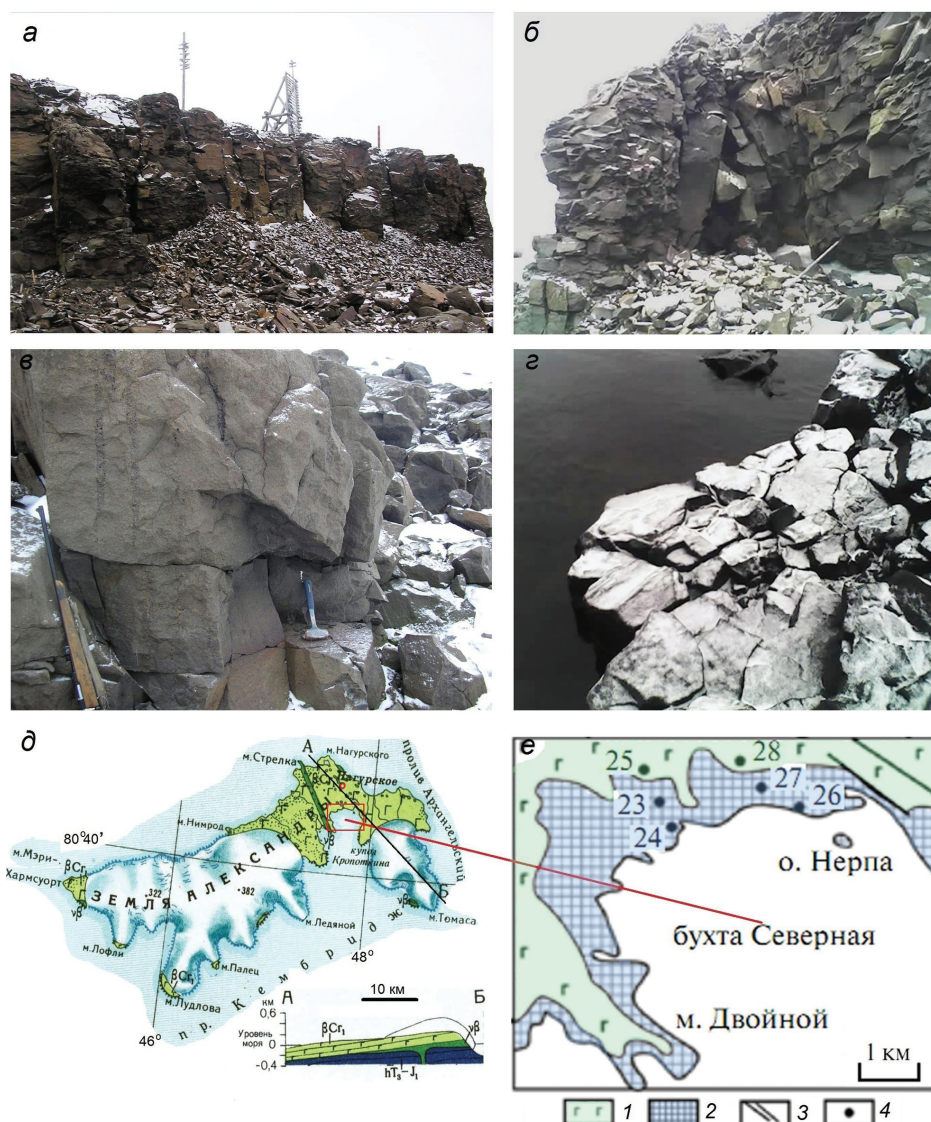


Рис. 4. Базальтоиды северного побережья бухты Северная, Земля Александры, ЗФИ. Обнажения: а – верхнего покрова, б – верхнего покрова с внедренной дайкой, в – среднего покрова, г – нижнего покрова у уреза воды (фото Шипилова Э. В.); д – фрагмент геологической карты ЗФИ, о. Земля Александры (Дибнер, 1957); е – схема геологического строения по результатам исследований: 1 – раннемеловые базальты и долериты, 2 – юрские базальты, 3 – линейменты зоны Нагурского разлома, 4 – точки отбора проб (Шипилов, 2016).

Fig. 4. Basaltoids of the northern coast of Severnaya Bay, Alexandra Land, ZFI. Outcrops: а – the upper flow, б – the upper flow with an embedded dike, в – the middle flow, г – the lower flow at the water's edge (photo by Shipilov E. V.); д – fragment of the geological map of the ZFI, Alexandra Land (Dibner, 1957); е – scheme of the geological structure based on the results of research: 1 – Early Cretaceous basalts and dolerites, 2 – Jurassic basalts, 3 – lineaments of the Nagursky fault zone, 4 – sampling points (Shipilov, 2016).

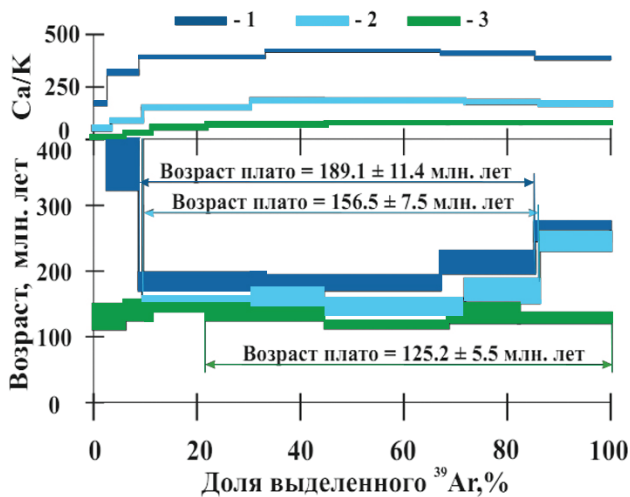


Рис. 5. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возрастные и Ca/K спектры для плагиоклазов из базальтов островов юго-западной и центральной частей арх. Земля Франца-Иосифа (Шипилов, Карякин, 2010).

1 – плагиоклаз из базальта о-ва Гукера, 2 – плагиоклаз из базальта о-ва Земля Александры, 3 – плагиоклаз из долерита дайки «Гряда Аметистовая» о-ва Хейса.

Fig. 5. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age and Ca/K spectra for plagioclases from basalts of islands in the southwestern and central parts of the Franz Josef Land (Shipilov, Kariakin, 2010). 1 – plagioclase from Hooker Island basalt, 2 – plagioclase from Alexandra Land basalt, 3 – plagioclase from dolerite dyke «Amethyst Ridge» of Hayes Island.

нее взвешенное значение возраста по двум минералам (pl и pi) – 135 ± 4 млн лет. По второму разрезу (обн. 26–27–28) возраст нижнего покрова (обр. 26) составляет 196.5 ± 6.3 млн лет (pl), среднего (обр. 27) – 152.6 ± 14.5 млн лет (pl) и верхнего (обр. 28) – 131.2 ± 5.9 млн лет (среднее взвешенное значение по pl и pi).

Представляется, что последовательная наложенность покровов, видимая мощность которых составляет 60 м и более, в результате «суммарного» эффекта обусловила контрастную выраженность их ареала высокими положительными значениями магнитных аномалий. В этом контексте следует заметить, что в скважине Нагурской мощность пробуренных покровов составляет около 300 м, а толщина многочисленных тел силлов в верхнепротерозойском фундаменте может достигать нескольких сот метров (рис. 1). Более ранние определения показали, что вскрытые в интервале глубин 1300–3200 м четыре силла имеют также раннемезозойский (юрский) возраст – 151 ± 11 , 192 ± 13 , 170 ± 12 и 203 ± 14 млн лет (K-Ar метод, вал) (Тараховский и др., 1982).

Наши данные по $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возрасту покрова базальтов о. Гукера, формирующего плато Седова, – 189.1 ± 11.4 млн лет (pl) (рис. 5). Полученная датировка также подтверждает изложенную схему пространственной приуроченности раннемезозойских базальтоидов в контексте районирования аномального магнитного поля. Вместе с тем эти данные указывают на то, что возраст покрова о. Гукера и возраст нижнего покрова о. Земля Александры – 189.9 ± 3.1 млн лет имеют достаточно близкие раннеюрские возраста фаз проявления магматизма.

Определение возраста магматических пород из покрова мыса Флора о-ва Нортбрук позволило получить для плагиоклаза из базальтов плато с возрастом 158 ± 9 млн лет. Это значение возраста также вполне определенно сопоставимо с возрастами позднеюрских («средних») покровов о-ва Земля Александры – 156.5 ± 7.5 (рис. 5) и 152.6 ± 14.5 млн лет. Указанное подтверждает связь наиболее высокоамплитудных аномалий магнитного поля с районами раннемезозойского магматизма.

В контексте районирования магнитного поля и установления его связей с возрастами и формами проявлений магматизма, следует рассмотреть толеитовый магматизм срединной зоны архипелага, разделяющей описанные выше области с наиболее древними датировками магматогенных образований. В этом отношении наибольший интерес представляет о. Хейса, на котором были изучены дайки, покров и силлы (рис. 3, 6).

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст образца 90 из базальтового покрова, бронирующего о. Хейса так же, как и о. Ферсмана, оценивается в 128.8 ± 12.1 млн лет (pi). Нижний силл (обн. 80) был внедрен в осадочный разрез острова 126.2 ± 2.8 , а верхний (обн. 81) – 131.6 ± 2.4 млн лет назад. Дайки острова расположены субпараллельно друг другу, за исключением дайки «Сквозная», дистанция между ними составляет 2–4 км. Наиболее молодая дайка острова – «Аметистовая» имеет возраст 125.2 ± 5.5 млн лет (обн. 40) (рис. 5). Наиболее древняя – «Сквозная» (обн. 79, обр. 79-4) – 138.1 ± 2.6 млн лет. Возраст даек «Кривая» (обн. 74, обр. 74-2) – 133.5 ± 4.1 млн лет, «Разбитая» (обн. 65, обр. 65-3) – 133.8 ± 3.4 млн лет

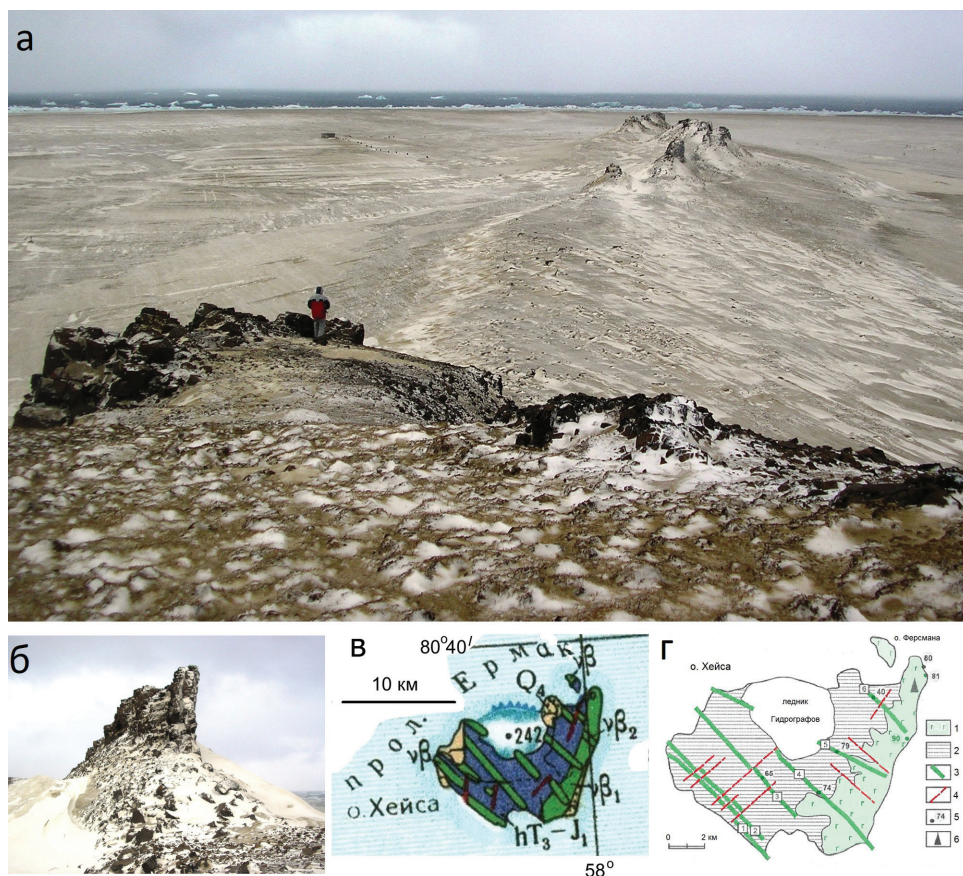


Рис. 6. Геологическая ситуация о-ва Хейса:

а – общий вид обнажений дайки Амethystовая и б – один из гребней дайки (фото Шипилова Э. В.), в – фрагмент геологической карты ЗФИ, остров Хейса (Дибнер, 1957); г – схематическая геологическая карта о-ва Хейса: 1 – раннемеловой базальтовый покров, 2 – раннемезозойские осадочные породы, 3 – дайки раннемеловых базальтов и долеритов, 4 – разломы, 5 – обнажения и их номер, 6 – скважина; цифры в квадратах – дайки: 1 – Останцовая-1, 2 – Останцовая-2, 3 – Разбитая, 4 – Кривая, 5 – Сквозная, 6 – Амethystовая.

Fig. 6. Geological situation of the Hayes Island:

а – general view of the outcrops of the Amethyst dike and, б – one of the ridges of the dike (photo by E. V. Shipilov), в – fragment of the geological map of FJL, the Hayes Island (Dibner, 1957); г – schematic geological map of the Hayes Island: 1 – Early Cretaceous basalt cover, 2 – Early Mesozoic sedimentary rocks, 3 – dikes of Early Cretaceous basalts and dolerites, 4 – faults, 5 – outcrops and their number, 6 – well; numbers in squares – dikes: 1 – Ostantsovaya-1, 2 – Ostantsovaya-2, 3 – Razbitaya, 4 – Krivaya, 5 – Skvoznaya, 6 – Amethystovaya.

(Шипилов, Карякин, 2011; Шипилов, 2016 б). Все приведенные новые значения $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возрастов – средние взвешенные значения по p_1 и p_i . Следует заметить, что вулканические образования ранне-мезозойского или юрского возраста на острове не обнаружены.

Изложенное выше позволяет заключить, что акцентированная локализация шести даек на сравнительно небольшой площади о. Хейса в зоне раздела двух областей, их субпараллельное простираение, сближенные значения возрастов и положение в общей структуре полосового магнитного поля указывают на существование на временном отрезке валанжин – баррем (ранний мел) проработанной тектонической полосы растяжения, обусловленной, судя по всему, начальным развитием рифтовой зоны. Подтверждением этому служит и построенный вкрест простираения линейных аномалий магнитного поля структурно-геоморфологический профиль, отчетливо отражающий клавишную грабен-горстовую картину строения рельефа островов в сочетании с донным рельефом и положение срединной зоны ЗФИ (рис. 3). Радиологическое датирование базальтов из даек о. Хейса, как фрагмента срединной рифтовой зоны, показывает, что осевое растяжение происходило в интервале от 138 до 124 млн лет (начало раннего мела: валанжин-баррем).

Заключительные ремарки

Проведенные исследования показывают, что в целом позднемезозойский базальтоидный магматизм востока Баренцевоморской континентальной окраины развивался в течение трех основных, неравнозначных по длительности и интенсивности, этапов активизации. Об этом позволяют судить три группы, описанных выше, сближенных значений итоговых возрастов базальтоидных образований на арх. ЗФИ. Они укладываются в следующие временные интервалы: первый – 196.5 ± 6.3 – 189.1 ± 11.4 млн лет (ранняя юра: геттанген – плинсбах), второй – 158.4 ± 5.4 – 152.6 ± 14.5 млн лет (поздняя юра: оксфорд – кимеридж), третий – 138.1 ± 2.6 – 125.2 ± 5.5 млн лет (ранний мел: валанжин – баррем – апт). Наиболее ранние мезозойские магматогенные комплексы, преимущественно в виде силлов, насколько об этом позволяют судить сейсмические разрезы, в площадном отношении повторяют очертания троговой системы, залегающей в основании Восточно-Баренцевского мегабассейна, тогда как особенностью мелового дайкового комплекса является отсутствие связей и соподчиненности ареала его распространения с элементами палеозойского структурно-тектонического плана, что особенно наглядно демонстрируется на арх. ЗФИ. Однако в общем плане распространения магматизма ЗФИ наблюдается некоторая тенденция его омоложения с СЗ на ЮВ.

В контексте всего изложенного, учитывая многофазность проявлений магматизма, широкий ряд разновозрастных плутонических и вулканических комплексов, их пространственное размещение с большой вероятностью можно констатировать, что все это является результатом деятельности мультиплюма. Этот мультиплюм возник и функционировал в юрско-меловое время в процессе формирования Баренцевско-Амеразийского суперплюма как одно из многочисленных его ответвлений в Арктическом регионе.

Литература

1. Дибнер В. Д. Государственная Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000. Лист U-T-38,39,40,41 (Земля Франца-Иосифа). М.: Картографическая фабрика Госгеолтехиздата Министерства геологии и охраны недр СССР. 1957.
2. Комарницкий В. М., Сапожников Е. А., Устинов Н. В. Трапповые тела в осадочной толще Восточно-Баренцевского мегапрогиба // Нефтегазоносность Баренцево-Карского шельфа. СПб: ВНИИОкеангеология, 1993. С. 55–62.
3. Комарницкий В. М., Шипилов Э. В. Новые геологические данные о магматизме Баренцева моря // ДАН СССР. 1991. Т. 320. № 5. С. 1203–1206.
4. Кораго Е. А., Евдокимов А. Н., Столбов Н. М. Позднемезозойский и кайнозойский базитовый магматизм северо-запада континентальной окраины Евразии. СПб. 2010. 174 с.
5. Лыгин И. В., Арутюнян Д. А., Соколова Т. Б. и др. Картирование магматических комплексов по данным гидромагнитных съемок Баренцевоморского региона // Физика Земли. 2023. № 4. С. 96–114. DOI: 10.31857/S0002333723040075.
6. Малютин Ю. Д. Морская градиентометрия – новый качественный уровень магнитометрии в Арктике // 25 лет на Арктическом шельфе России. Мурманск. Изд-во: МАГЭ, 1999. С. 101–104.
7. Объяснительная записка к государственной геологической карте Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000000 (новая серия). Лист T-37-40 – Земля Франца-Иосифа (южные острова). СПб. Изд-во: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2004. 170 с. + 4 вкл.
8. Объяснительная записка к государственной геологической карте Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000000 (новая серия). Лист U-37-40 – Земля Франца-Иосифа (северные острова). СПб. Изд-во: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2006. 272 с.
9. Объяснительная записка к государственной геологической карте Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000000 (третье поколение). Лист U-41-44 – Земля Франца-Иосифа (восточные острова). СПб. Изд-во: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2011. 220 с.
10. Пискарев А. Л., Хойнеман К., Макарьев А. А. и др. Магнитные параметры и вариации состава магматических пород архипелага Земля Франца-Иосифа // Физика Земли. 2009. № 2. С. 66–83.
11. Тараховский А. Н., Фишман М. В., Школа И. В., Андреичев В. Л. Возраст траппов Земли Франца-Иосифа // ДАН СССР. 1982. Т. 266. № 4. С. 965–969.
12. Шипилов Э. В. Плюмовый магматизм в геодинамической эволюции Амеразийского бассейна // Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа. Ростов н/Д. Изд-во: ЮНЦ РАН, 2016 а. С. 399–410.

13. Шипилов Э. В. Базальтоидный магматизм и сдвиговая тектоника Арктической континентальной окраины Евразии в приложении к начальному этапу геодинамической эволюции Амеразийского бассейна // Геология и геофизика. 2016 б. № 12. С. 2115–2142. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2016.04.007>.
14. Шипилов Э. В., Карякин Ю. В. Мезозойский базальтовый магматизм Баренцевоморской континентальной окраины: геодинамические обстановки раннего этапа раскрытия Арктического океана (по результатам исследований на архипелагах Земля Франца-Иосифа и Шпицберген) // Строение и история развития литосферы. (Вклад России в Международный полярный год 2007/08). М. Изд-во: Paulsen, 2010. С. 310–328.
15. Шипилов Э. В., Карякин Ю. В. Баренцевоморская магматическая провинция: геолого-геофизические свидетельства и новые результаты определения $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ -возраста // ДАН. 2011. Т. 439. № 3. С. 376–382. <https://doi.org/10.1134/s1028334x11070270>.
16. Шлыкова В. В., Величко Б. М., Павлов С. П., Зуйкова О. Н. Прогноз зон развития объектов возможного УВ-накопления на Северо-Баренцевском шельфе // Разведка и охрана недр. 2017. № 10. С. 39–48.
17. Solheim A., Musatov E., Heintz N. Geological aspects of Franz Josef Land and the northern Barents Sea. No 151. Oslo: Norsk Polarinstitut, Meddelelser, 1998. 120 p.