

## Позднемезозойский плюмовый магматизм арктического региона: геохронология, фазы и геодинамические обстановки проявления

Э. В. Шипилов<sup>1</sup>, доктор геолого-минералогических наук  
ФГБУН Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН

Л. И. Лобковский<sup>2</sup>, член-корреспондент РАН  
ФГБУН Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН

*По результатам полевых исследований на архипелагах Шпицберген и Земля Франца-Иосифа, анализа морских геолого-геофизических данных и опубликованных материалов представлена пространственно-временная характеристика проявлений юрско-мелового плюмового магматизма во взаимосвязи с геодинамикой деструктивных преобразований литосферы Арктики в контексте формирования Амеразийского бассейна и его Канадской впадины. Обосновывается стадийность и полициклическая многофазность плюмового магматизма, отраженная в геохронологии формирования его провинций в арктическом регионе.*

**Ключевые слова:** суперплюм, стадии и фазы магматизма, геодинамика, спрединг, Канадский бассейн, континентальные окраины Арктики, магматическая провинция.

### Введение

Изучение геологического строения и базальтоидного магматизма континентальных окраин Арктического океана в сопоставлении с хронологической последовательностью формирования его спрединговых бассейнов дает основание для выделения в истории его становления трех основных тектоно-магматических этапов, обусловленных плюмовыми событиями [2; 8; 15; 19; 20 и др.]. Позднепермско-триасовая тектоно-геодинамическая активизация связана с Сибирским суперплюмом, юрско-меловая — с Баренцевско-Амеразийским и кайнозойская — с Исландским.

Одним из проблемных вопросов геодинамики является детализация и установление хронологической последовательности тектоно-геодинамических событий на начальном этапе океанообразования в арктическом регионе, связанном с формированием

Амеразийского бассейна и входящей в его состав Канадской котловины [6—8; 15; 16; 20; 22].

Первостепенную роль в расшифровке геодинамики раскрытия Канадской впадины играют магматические проявления юрско-мелового возраста, установленные в различных окраинно-континентальных структурах, обрамляющих глубоководные области Северного Ледовитого океана [1; 3—5; 10; 14; 17—19; 25; 26; 28—33; 37], а также, безусловно, то, что эти базальтоидные образования, как известно, фиксируют этапы рифтогенной активизации и утонения континентальной литосферы.

В статье приводятся результаты анализа геолого-геофизических данных, проливающие свет на проявления позднемезозойского (J-K) базальтоидного магматизма и тектоно-геодинамические обстановки, обусловленные деструктивным воздействием Баренцевско-Амеразийского плюма на литосферу арктического региона [6—8; 20; 22]. Реакцией литосферы на такое воздействие плюма явилось формирование сложной и гетерогенной структуры

<sup>1</sup> e-mail: shipilov@pgi.ru.

<sup>2</sup> e-mail: llobkovsky@ocean.ru.

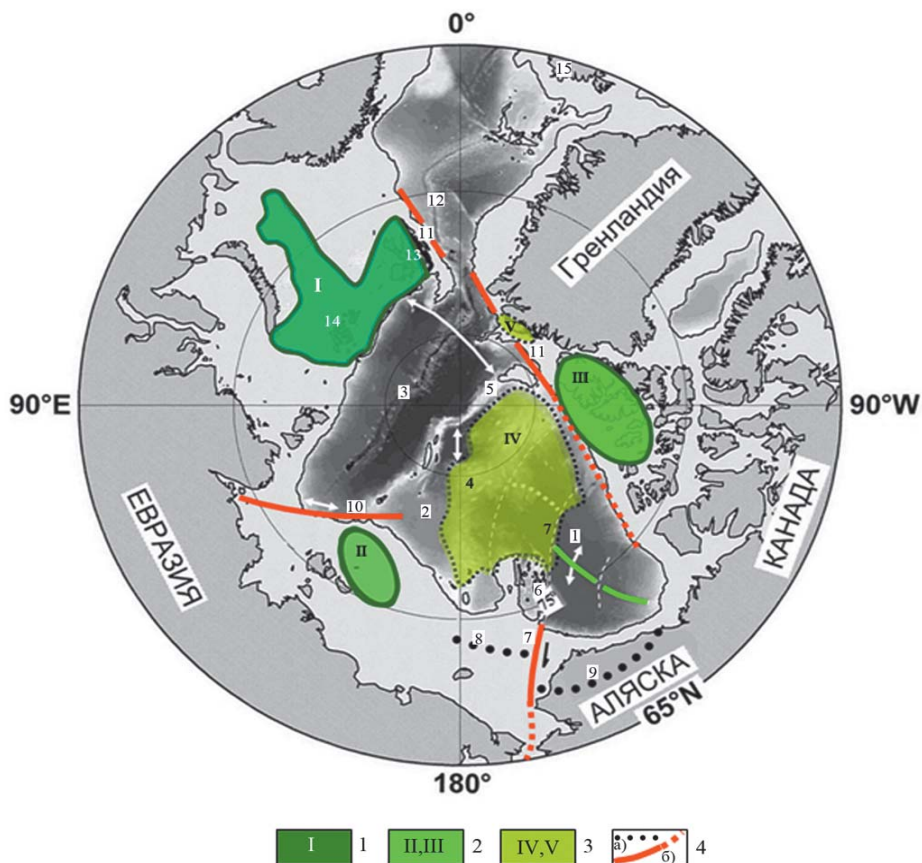


Рис. 1. Основные геоструктуры и провинции юрско-мелового плюмового магматизма арктического региона.

Арабские цифры в легенде: 1–3: магматизм (1 – преимущественно юрско-раннемеловой, 2 – преимущественно ранне-среднемеловой, 3 – преимущественно позднемеловой); 4: а) – депоцентр бассейнов, б) – зоны сдвига. Арабские цифры на схеме: 1 – Канадский бассейн и его спрединговый центр, 2 – бассейн Подводников-Макарова, 3 – Евразийский бассейн со спрединговым центром хребта Гаккеля, 4 – хребет Альфа-Менделеева, 5 – хребет Ломоносова, 6 – хребет Нортвинд, 7 – Чукотско-Канадская зона сдвига (трансформа) и ее возможные продолжения, 8 – Северо-Чукотский прогиб, 9 – прогиб Колвилл, 10 – Хатангско-Ломоносовская зона сдвига, 11 – Шпицбергенско-Северогренландская зона сдвига и ее возможное продолжение, 12 – спрединговый центр хребта Книповича, 13 – архипелаг Шпицберген, 14 – архипелаг Земля Франца-Иосифа, 15 – Исландия. Магматические провинции: I – Баренцевоморская, II – Восточно-Сибирского моря, III – бассейна Свердрупа (Канадский Арктический архипелаг), IV – хребта Альфа-Менделеева и севера Канадского бассейна, V – Северо-Гренландская

Амеразийского бассейна, инициальный этап в эволюции которого связан с заложением Канадской впадины.

### Распространение юрско-мелового магматизма в арктическом регионе

В пределах континентальных окраин Арктики известно несколько обособленных ареалов проявления позднемезозойского базальтоидного магматизма: Баренцевоморский [19], Свердрупский (Канадский Арктический архипелаг) [28; 37], северной оконечности Гренландии [31] и архипелага Де-Лонга (шельф Восточно-Сибирского моря) [14; 17] (рис. 1).

Морскими геолого-геофизическими работами в комплексе с драгированием и бурением [5; 10; 33] закартирована Центрально-Арктическая провинция базальтоидного магматизма, охватывающая поднятие (хребет) континентального генезиса Альфа-Менделеева, прилегающие сегменты котловин

Канадской и Макарова-Подводников, а также север Чукотского бордерленда и его отроги.

Наиболее обширным является Баренцевоморский ареал, околтуренный нами в результате полевых геологических исследований и наблюдений на высокоширотных островах и в результате интерпретации морских геолого-геофизических данных [19]. Он охватывает архипелаги Шпицберген и Земля Франца-Иосифа (ЗФИ), прилегающий к ним шельф и в виде языка простирается далеко на юг вдоль Восточно-Баренцевского мегабассейна (см. рис. 1).

Исследования показывают, что наибольшим разнообразием форм проявления магматизма отличается архипелаг ЗФИ (рис. 2а, 2б). Здесь многочисленны силлы, дайки, покровы зафиксированы в обнажениях и вскрыты бурением параметрических скважин, а иногда встречаются и следы вулканических аппаратов [3]. Определения абсолютного возраста базальтов островов ЗФИ различными методами

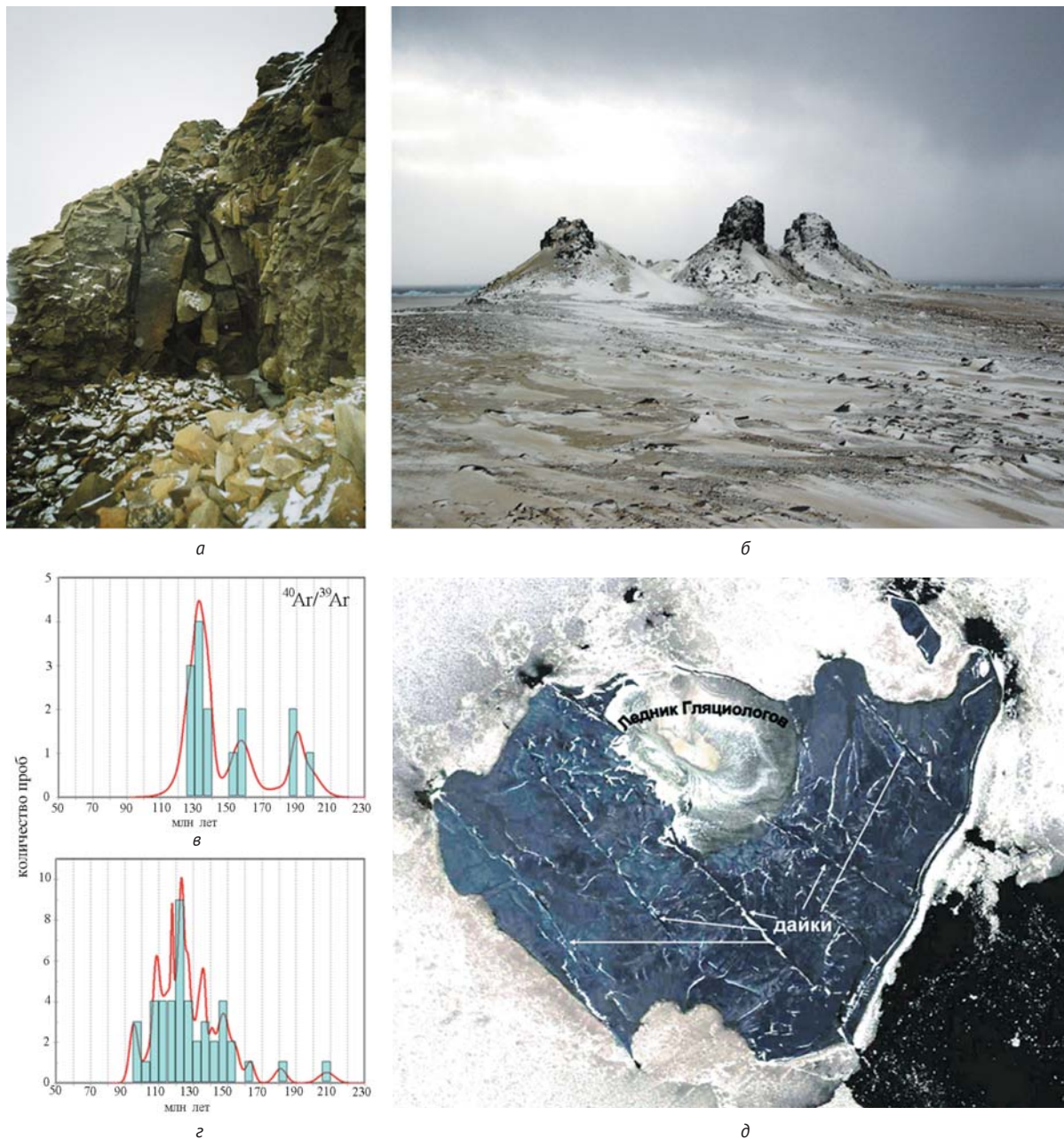


Рис. 2. Проявления магматизма на архипелаг ЗФИ: а — покров с расщепленной интрузией (?), остров Земля Александры, побережье бухты Северная (фото Э. В. Шипилова); б — дайка «Аметистовая», острова Хейса, архипелаг ЗФИ (фото Э. В. Шипилова); в, г — гистограммы и кривые относительной вероятности распределения возрастов позднемезозойских базальтоидных образований, архипелаг ЗФИ (построены с применением программы Isoplot 4; при составлении использованы определения возрастов: в — из [19], г — из [11]); д — дайки острова Хейса на космоснимке (1 — дайка «Аметистовая»)

показывают довольно протяженный временной диапазон проявления магматизма — от 200—190 до 90 млн лет (рис. 2в, 2г). Хорошо сохранившиеся в рельефе некоторых островов гребни даек отчетливо отображаются и на космоснимках (рис. 2д).

Отличие архипелага Шпицберген состоит в том, что здесь раннемеловые проявления магматизма отмечаются с подавляющим преимуществом в виде силлов [18] (рис. 3а, 3б). На основании определенных К-Аг методом возраст магматизма здесь также

имеет широкий временной интервал (рис. 3в). Покровы барремского возраста распространены лишь на архипелаге Земля Короля Карла.

Эффузивы в виде серии раннемеловых лавовых потоков установлены также на острове Беннетта (архипелаг Де-Лонга, Восточно-Сибирское море) [14]. В этой связи они могут служить хорошим репером при обосновании стратификации разрезов отложений осадочных бассейнов Восточно-Арктической континентальной окраины.

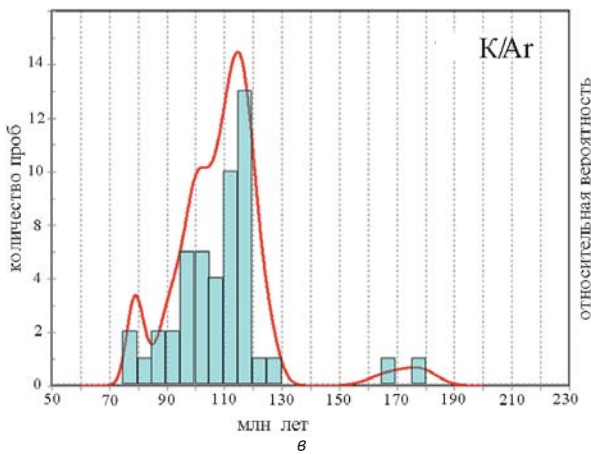
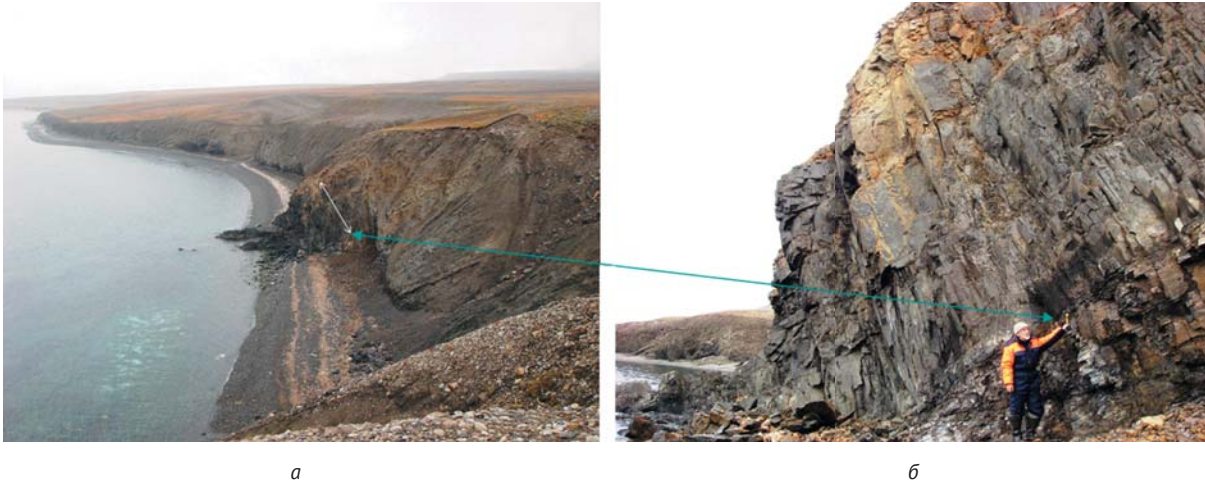


Рис. 3. Проявление магматизма в виде силла на острове Западный Шпицберген: а, б – силла на южном побережье Ис-фьорда вблизи мыса Старостина (фото Э. В. Шипилова и О. В. Кокина), в – гистограмма и кривая относительной вероятности распределения возрастов базальтоидных образований архипелага Шпицберген (построены с применением программы Isoplot 4). При составлении использованы определения возрастов из [25; 32]

По характеру и разнообразию форм проявления магматизма в сравнительном отношении к архипелагу ЗФИ наиболее близок Канадский Арктический архипелаг, где базальтоидные образования в Свердрупском бассейне также представлены многочисленными силлами, дайками и покровами [28; 37]. Возраст магматизма оценивается в интервале от 130 до 60 млн лет (рис. 4).

Анализ различных геолого-геофизических материалов свидетельствует, что базальтоидные породы, как интрузивные, так и эффузивные, достаточно широко развиты в осадочном чехле шельфовых бассейнов различных окраин Северной Атлантики и арктического региона [16; 17; 24; 36]. В ряде случаев в зависимости от условий залегания и мощности они получают вполне отчетливое отображение на сейсмических разрезах в виде «аномальных» отражающих сейсмических горизонтов [17; 19; 23]

(рис. 5). Некоторые исследователи по результатам интерпретации гравимагнитных данных прогнозируют распространение проявлений базальтоидного магматизма.

В палеотектоническом плане проявления юрско-раннемелового магматизма сосредоточены главным образом за контуром общего ареала, оккупированного Сибирским суперплюмом. Вместе с тем сравнение положения ареалов рассматриваемого магматизма и областей позднепалеозойских деформаций [29; 34; 35] (рис. 1 и 6) демонстрирует определенное тяготение базальтоидов к поясам каледонид-элсмирид. Продольное и согласованное по отношению к общей конфигурации океана положение глубочайших палеозойских бассейнов континентальных окраин (Восточно-Баренцевского, Свердрупского и Северо-Чукотского), совпадающее с простираем известными фрагментами каледонид-элсмирид, позволяет говорить об унаследованной позиции магматизма Баренцевско-Амеразийского плюма и вызванной им первоначальной зоны раскола, приведшей к становлению Канадского бассейна.

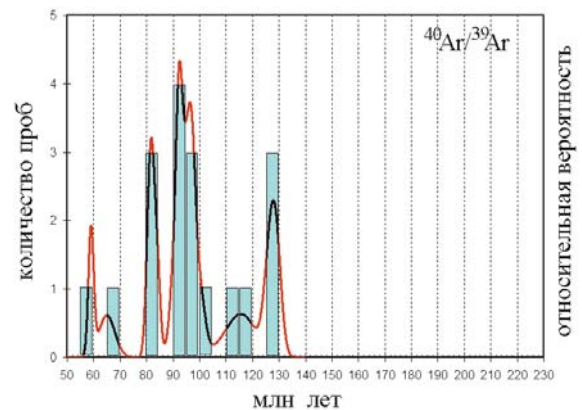


Рис. 4. Гистограмма и кривая относительной вероятности распределения возрастов меловых базальтоидных образований Свердрупского бассейна, Канадский Арктический архипелаг (построены с применением программы Isoplot 4). При составлении использованы определения возрастов из [37]

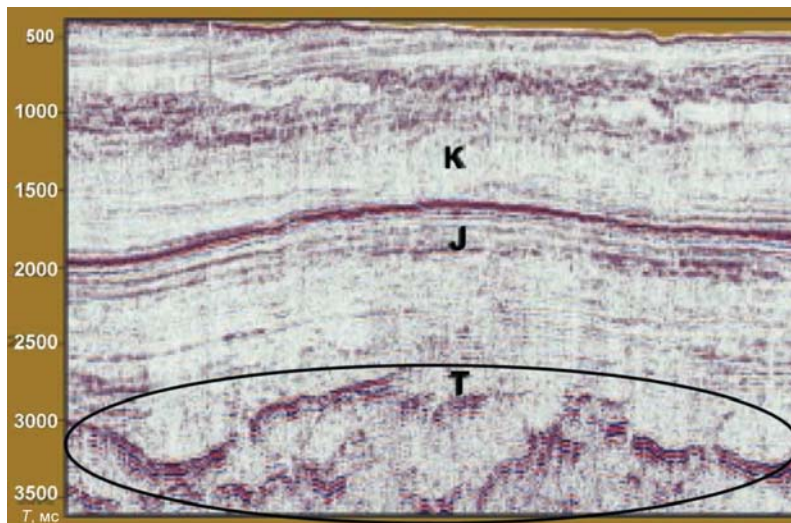


Рис. 5. Фрагмент меридионального сейсмического разреза по профилю 159001 (ОАО СМНГ), иллюстрирующий поведение «аномальных» отражающих горизонтов, обусловленных интрузиями силлов (обведено овалом), в триасовых отложениях под Штокманской структурой в Восточно-Баренцевском мегабассейне

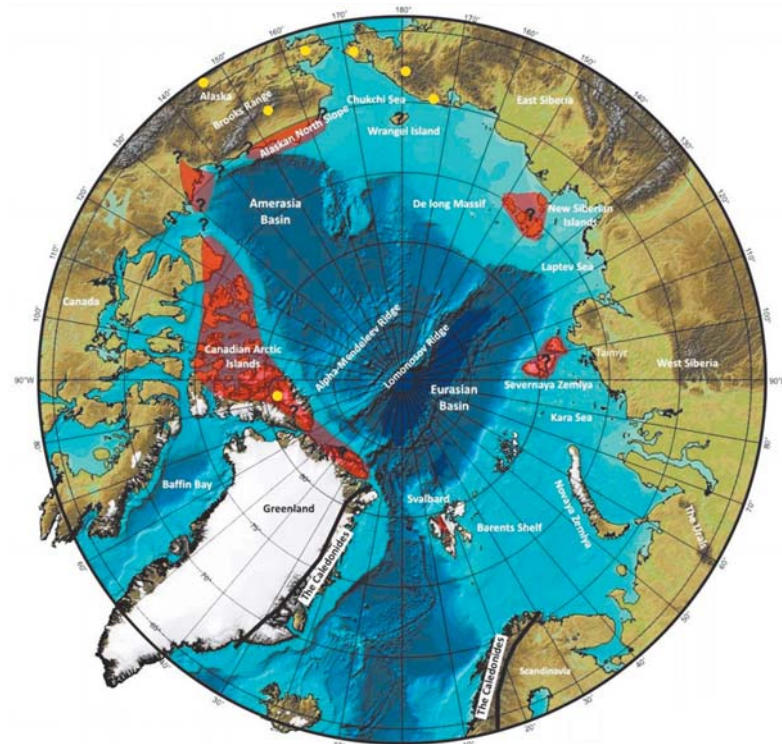


Рис. 6. Каледониды и элсмириды (красные ареалы) Арктики [35] и районы проявления девонско-раннекаменноугольного гранитоидного магматизма (желтые кружки) [9]

### Стадии и фазы плюмового магматизма

В общей сложности в магматической деятельности Баренцевско-Амеразийского плюма прослеживается шесть разномасштабных пиков активизации (рис. 7), группирующихся в две стадии. Их выделение производилось с упором на данные  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  радиологического датирования, в том числе и полученные нами [19]. График обобщенной кривой на рисунке показывает, что пиковые нагрузки проявлений

базальтоидного магматизма приходится на следующие усредненные уровни значений возрастов: в первой стадии — примерно 190, 157 и 133 млн лет, во второй стадии — примерно 110, 95 и 82 млн лет. Из этого ряда показателей следует, что межпиковые интервалы (33, 24, 23, 15, 13 млн лет) со временем снижаются, а во второй стадии действия плюма — практически в два раза, и, соответственно, частота активизации магматизма возрастает. Это дает основания говорить о пульсационном и полициклическом характере проявлений фаз магматизма рассматриваемого плюма.

**Первая стадия.** Начальные фазы внедрения базальтоидов в континентальную литосферу отмечаются в юре в пределах сводово-блокового поднятия архипелага ЗФИ — 196—189 и 156—153 млн лет и в Восточно-Баренцевской троговой системе — 159 млн лет [4] преимущественно в виде силлов и редко покровов. При этом раннеюрский магматизм представлен низкокальциевыми толеитами, а позднеюрский кроме того включает и более глубокие субщелочные базальты. В целом же позднеюрская фаза магматизма и деструкции литосферы в Арктике, обозначившая зону раскола в полосе сочленения Арктиды и Северо-Американской плиты, способствовала ослаблению и разрыву литосферы и являлась подготовительным и переходным этапом к последующему основному тектоно-геодинамическому событию — раскрытию Канадского бассейна.

Раннемеловая фаза — 140—125 млн лет — характеризуется максимально активной магматической деятельностью плюма и мощными импульсами растяжения. Они охватили не только Баренцевоморскую окраину, но и расположенные симметрично относительно осевой зоны растяжения и спрединга области Канадского Арктического архипелага и Восточно-Сибирской окраины Евразии, а также некоторые

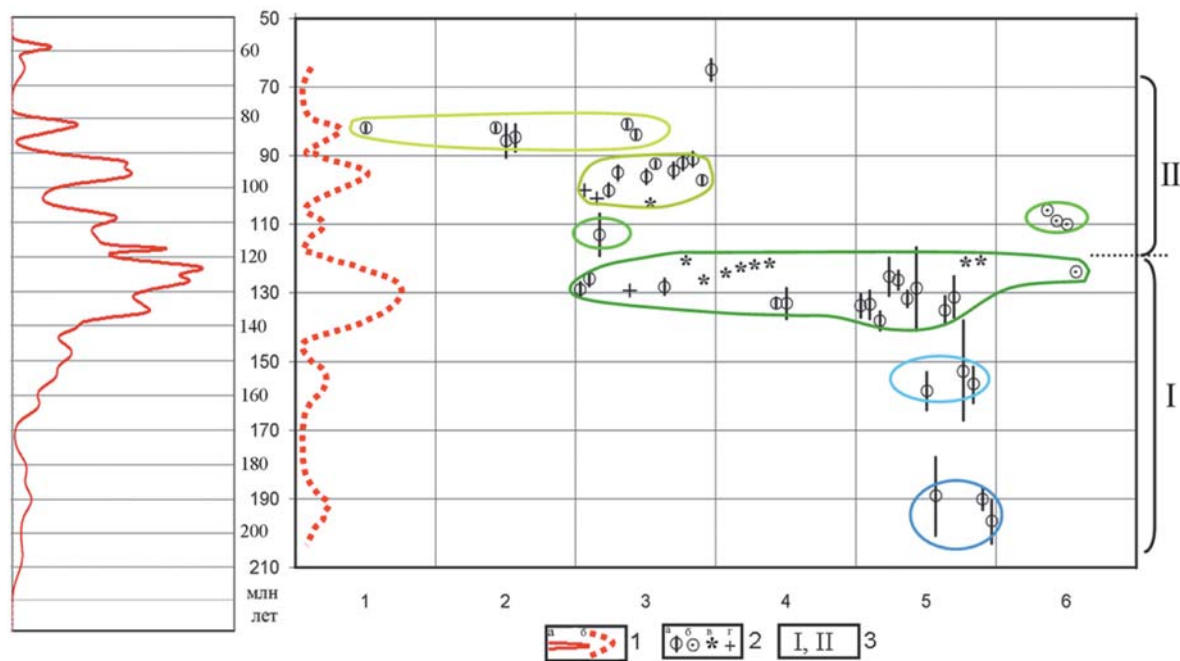


Рис. 7. Схема пространственно-временной характеристики и цикличности проявлений позднемезозойского плюмового магматизма арктического региона.

Условные обозначения: 1: а – суммарная кривая относительной вероятности распределения возрастов базальтоидов по графикам рис. 2–4, б – обобщенная кривая, иллюстрирующая пики активизации магматизма, 2 – значения возраста (а –  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , б –  $\text{K}/\text{Ar}$ , в –  $\text{U}/\text{Pb}$ , г – по стратиграфическим привязкам), 3 – стадии магматизма.

Ось ординат – возраст (млн лет), ось абсцисс – области и районы проявления магматизма с возрастными датировками магматизма по столбцам: 1 – хребт Альфа [10], 2 – Северная Гренландия [31], 3 – Свердрупский бассейн [28; 37], 4 – Шпицберген [19; 25; 26; 32], 5 – ЗФИ [19; 26], 6 – остров Беннетта (архипелаг Де-Лонга, Восточно-Сибирское море) [14]. Оконтуренные цветными линиями группы значений возрастов – фазы магматизма

районы будущего хребта Менделеева [1]. В это время на ЗФИ были сформированы наиболее заметные разрезы субщелочных базальтов, произошло массовое внедрение комагматичных им силлов и даек [3].

Следует подчеркнуть, что несогласие на сейсмических разрезах с возрастом около 130–136 млн лет на континентальных окраинах Канадского бассейна [27], обусловленное основной фазой растяжения литосферы, достаточно определенно сопоставляется с общим интервалом возрастов группы параллельных базальтовых даек острова Хейса (архипелаг ЗФИ) [19]. Это дает основания считать, что при аккреции океанической литосферы Канадского бассейна имело место и возникновение субпараллельной его оси трансрегиональной полосы растяжения, маркируемой дайками и протянувшейся от ЗФИ до острова Королевы Элизабет Канадского Арктического архипелага (рис. 8). В геодинамическом отношении она может интерпретироваться как начальный фрагмент или след «не удавшегося» (не получившего развития) спредингового центра, возникшего либо в результате кратковременного перескока оси спрединга, либо как его звено в поле рассеянного спрединга на данном этапе эволюции Канадского бассейна. Этот вариант геодинамической интерпретации подтверждается результатами выполненных

нами исследований [3; 19 и ссылки в них], которые показали, что генерация первичных расплавов субщелочной дайки острова Хейса происходила при более глубоких условиях (около 110 км) и при более высокой температуре магмогенерации (1600°C), чем первичных расплавов более древних низкокальциевых платобазальтов Земли Александры (75–100 км при 1450–1550°C). Это свидетельствует о вскрытии в результате деструкции и растяжения литосферы ЗФИ на данной фазе развития, обусловленной внедрением дайковых комплексов, более глубоких уровней магмогенерации, чем на этапе первоначального раскола литосферы (с внедрением силлов и излиянием покровов) в преддверии образования Канадского бассейна, что хорошо согласуется с геодинамическими реконструкциями [6–8].

**Вторая стадия** магматической деятельности Баренцевско-Амеразийского суперплюма началась после очень короткой, но значимой паузы, на которую приходится заключительные эпизоды столкновения Новосибирско-Чукотского блока (микроплиты) с Евразией, закрытие Южно-Анюйского океана (примерно 120 млн лет) [13] и, как следствие, — затухание спрединга в Канадской котловине, переориентировка поля напряжений в литосфере на 90° с возникновением условий растяжения и рифтинга

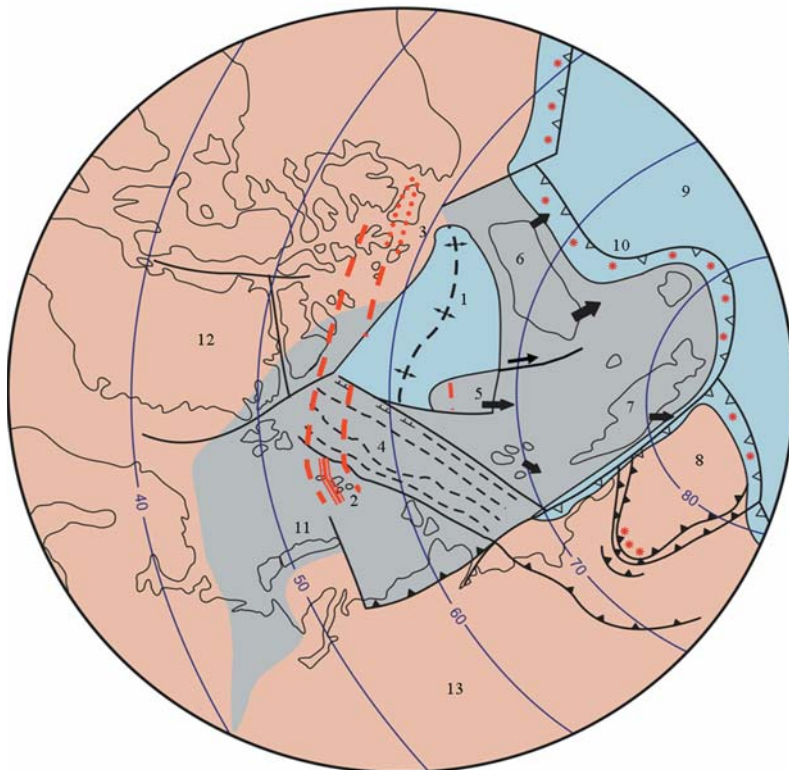


Рис. 8. Палеогеодинамическая реконструкция Арктики на 130–125 млн лет [6; 8] с изменениями по [22].

Красные пунктирные линии – предполагаемое продолжение пояса даек ЗФИ – Канадский Арктический архипелаг. Затемненная площадь в центре – палеоконтинент Арктида. Стрелки – основные направления смещений. 1 – Канадский бассейн и его осевой спрединговый центр, 2 – архипелаг ЗФИ и его срединная рифтовая зона, 3 – юрско-меловой грабен Эглингтон, 4 – блоки будущих хребтов Альфа-Менделеева и Ломоносова, 5 – поднятие Чукотское и Нортвинд, 6 – Аляска, 7 – Чукотка, 8 – Омолон, 9 – Пацифик, 10 – зоны субдукции и островные дуги, 11 – Новая Земля, 12 – Гренландия, 13 – Евразия

в области будущего бассейна Макарова-Подводников в попытках отрыва хребта Альфа-Менделеева от Баренцево-Карской континентальной окраины. Симметричный магматизм на континентальных окраинах (Свердрупский бассейн, с одной стороны, и остров Беннетта (архипелаг Де-Лонга) и Чукотский бордерленд — с другой) возобновился во временном диапазоне примерно 115–105 млн лет. Вероятно, можно говорить, что этот эпизод магматизма в деятельности плюма был далеко не самым интенсивным, тем не менее он положил начало формированию Центрально-Арктической (или Альфа-Менделеева) магматической провинции. Становление последней, по нашим представлениям, началось после образования Канадского бассейна и по существу на месте разорванного в результате дивергенции плит юрско-раннемелового ареала магматизма, захватывая и хребет Альфа-Менделеева. Таким образом, эта магматическая провинция оказалась окружена с трех сторон некогда объединенными в единый ареал областями более древних магматических проявлений, сосредоточенных в пределах континентальных окраин Баренцева и Восточно-Сибирского морей и Канадского Арктического архипелага (см. рис. 1).

**На макроуровне** плюмовый магматизм средне- и более молодых меловых фаз в целом провинции Альфа-Менделеева можно квалифицировать как *телескопический* по отношению к более древнему мезозойскому ареалу первой стадии, по примеру «дайка в дайке». Судя по

результатам драгирования и подводного бурения [5; 10; 33 и др.], а также по специфической структуре аномального магнитного поля, площадь распространения средне-позднемелового магматизма с возрастным интервалом от 115–112 до 82–76 млн лет охватывает не только хребет Альфа-Менделеева, но и прилегающие сегменты котловины Макарова-Подводников, север Канадской котловины и северные отроги Чукотского бордерленда. В этой связи представляется, что некоторые тектоно-геодинамические элементы глубоководной области (трансформные зоны, отрезки осевых зон спрединга) могли быть замаскированы ареалами магматизма второй стадии развития плюма (см. рис. 1). Вместе с тем эта стадия магматизма достаточно отчетливо коррелируется с временным интервалом формирования складчатой системы хребта Брукса на Аляске. В геодинамическом отношении эта ситуация может быть объяснена сначала *обособленным* перемещением Северной Аляски при открытии южной основной части Канадского бассейна [6–8; 22], а затем смещением всего Амеразийского блока (как новообразованной плиты) к югу к зоне субдукции Палеопацифика в соответствии с направлением течения подлитосферного возвратного потока верхнемантийной конвекции [7; 8; 21].

На поднятии Альфа по результатам проведенных исследований [5; 10] драгированы высокотитанистые щелочные и субщелочные базальты. На северных отрогах хребта Нортвинд и близлежащих подводных горах установлены щелочные и умеренно-щелочные базальты. При этом по геохимическим характеристикам на северном отроге хребта Нортвинд они соответствуют субаэральным и близким к ним континентальным платобазальтам. На подводной горе это толеитовые пиллоу-лавы.

На поднятии Менделеева [5] пробуренные скважинами в подножье коренные вулканогенные

образования представлены разностями умеренной и низкой щелочности и по изотопно-геохимическим показателям относятся к вулканитам островов и поднятий дна океанов. Габбро-долериты, драгированные со склонов этого поднятия, представлены породами низкой щелочности и по составам также отвечают образованиям континентального генезиса.

Примечательно, что ни одного образца, схожего по составу с MORB, в ходе проведенных работ поднято не было. Результаты изотопно-геохимических исследований продемонстрировали [5], что магматические образования среднего и основного состава на поднятии Менделеева являются продуктами, которые генерированы, в противоположность MORB, из обогащенной мантии. Вместе с тем сопоставление Sm-Nd изотопных характеристик базальтоидов поднятия Менделеева, архипелагов Де-Лонга и Земля Франца-Иосифа показало хорошую сходимость, что дает основания для вывода о схожем генезисе мантийных расплавов и их едином глубинном плюмовом источнике, сформировавшем в целом юрско-меловую магматическую провинцию Арктики.

Плюмовый магматизм отмеченного возраста спорадически и небольшими пятнами проявлялся и в близлежащих районах континентальных окраин. Вполне возможно, что магматизм северной оконечности Гренландии [31] является продолжением или фрагментом Центрально-Арктической провинции (см. рис. 1). В общей сложности длительность второй трехфазной стадии действия плюма, создавшего Центрально-Арктическую провинцию, оценивается в 35—40 млн лет, тогда как первая стадия продолжалась практически вдвое дольше.

#### **О длительности плюмового магматизма**

Вопросы длительности проявления позднемезозойского плюмового магматизма в Арктике, несмотря на достаточно значительный объем радиометрических определений возраста базальтоидов различными методами, находятся в процессе обсуждения.

Так, в [30] высказывается точка зрения об очень коротком,  $116 \pm 5$  млн лет (K/Ar-метод, вал), интервале формирования всех вулканитов архипелага Земля Франца-Иосифа. По результатам определения U-Pb методом [24] возраст силлов на архипелаге Шпицберген составляет  $124,5 \pm 0,2$ ,  $124,7 \pm 0,3$ ,  $123,9 \pm 0,3$  и  $123,3 \pm 0,2$  млн лет, а на архипелаге Земля Франца Иосифа —  $122,7$  и  $122,2 \pm 1,1$  млн лет, т. е. также находится в очень узком временном диапазоне. Однако мнение, что вся активизация плюма была сконцентрирована в этих коротких временных интервалах, сомнительно, так как получены и другие датировки возраста базальтоидов (в том числе U-Pb) и стратиграфические привязки покровов и туфогенных отложений, указывающих на значительно более широкий возрастной интервал проявлений позднемезозойского магматизма в Арктике. Например, в [28] возраст базальтоидных

образований в центральной части Свердрупского бассейна (Канадский Арктический архипелаг), достигнутых бурением интрузивных магматических тел, оценивается U-Pb методом в  $126,6 \pm 1,2$  (габбро, циркон) и  $120,8 \pm 0,8$  (диабаз, бадделейт), а пирокластических пород (по детритовому циркону) — в  $105,4 \pm 0,2$  млн лет. Вместе с тем стратиграфические уровни вулканокластических и шлаковых образований привязываются к отметкам около 130, 103 и 101 млн лет.

На архипелаге Земля Франца-Иосифа по результатам наших исследований [19] возраст стратиграфически разнесенных по разрезам покровов, определенный  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -методом радиологического датирования, находится в диапазоне от  $196,5 \pm 6,3$  до  $128,8 \pm 12,1$  млн лет, других магматических образований — от 189 до 125 млн лет (рис. 9).

#### **Заключение**

Таким образом, плюмовый магматизм, сопровождавший развитие Американо-Арктического бассейна практически на всех этапах эволюции, проявлялся на континентальных окраинах импульсами (или циклами).

Наиболее ранние проявления магматизма (ранняя юра), обусловленные начальным этапом действия суперплюма, имели место на архипелаге ЗФИ (см. рис. 1). Именно в этом районе Баренцевоморской континентальной окраины находился центр магматической активности арктического региона. При этом магматизм на ЗФИ продолжался по сеноман (рубеж 95 млн лет) включительно, т. е. в общей сложности порядка 100 млн лет, а в его деятельности отмечается несколько наиболее активных фаз, что свидетельствует о длительном и полициклическом характере развития плюма (см. рис. 7).

Растекаясь под литосферой, рассматриваемый плюм формировал сначала на первой стадии Баренцевоморскую магматическую провинцию, затем спрединговый центр в Канадском бассейне. Более молодыми и затухающими генерациями магматизма были охвачены периферийные части бассейна (его континентальные окраины). Центрально-Арктическая магматическая провинция была сформирована преимущественно на второй стадии и по времени связана со становлением бассейна Макарова-Подводников. В этой связи отдельные фазы плюмового магматизма правомочно рассматривать не только в контексте активизации деструкции литосферы, но и как тектономагматические импульсы, «подталкивающие» плиты (Восточно-Сибирско-Чукотскую и Арктической Аляски — на первой стадии и формирующую новую плиту Американо-Арктического бассейна — на второй стадии) к зонам субдукции.

Полученные результаты интерпретации комплекса геолого-геофизических данных в общегеодинамическом плане дают классическую иллюстрацию того, как в пространственно-временном отношении проявления плюмового магматизма на континентальных



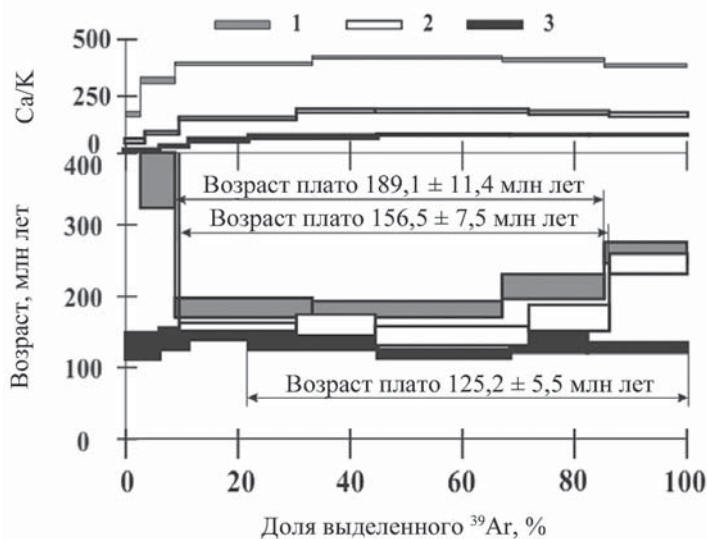


Рис. 9.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  возрастные и Са/К спектры для плагиоклазов из базальтов островов юго-западной и центральной частей архипелага Земля Франца-Иосифа [3; 19]: 1 – плагиоклаз из базальта острова Гукера, 2 – плагиоклаз из базальта острова Земля Александры, 3 – плагиоклаз из долерита дайки «Гряды Аметистовая» острова Хейса

окраинах (Канадский Арктический архипелаг и Восточно-Сибирское море), как бортовых зонах Канадской котловины, сопровождали формирование этого бассейна. В данном контексте сам факт симметричного и синхронизированного развития ареалов раннемелового базальтоидного магматизма относительно осевой зоны клинообразной Канадской океанической впадины, как представляется, служит подтверждением рифтогенно-спрединговой ротационной модели ее раскрытия.

В сравнении с существующими воззрениями на параметрические характеристики плюмов [12] результаты исследований позволяют говорить об уникальности рассматриваемого юрско-мелового плюма, резко отличающей его по времени действия и многофазности от Сибирского суперплюма.

Статья подготовлена в рамках выполнения проектов по государственному контракту Роснедра — РАН «Построение плитотектонических реконструкций и модели напряженного состояния литосферы арктического региона в связи с проблемой расширения внешней границы континентального шельфа Российской Федерации», «Создание модели геодинамической эволюции Северного Ледовитого океана» и по программе Президиума РАН «Поисковые исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации».

### Литература

1. Верниковский В. А., Морозов А. Ф., Петров О. В. и др. Новые данные о возрасте долеритов и базальтов поднятия Менделеева: к проблеме континентальной коры в Северном Ледовитом океане // Докл. Академии наук. — 2014. — Т. 454, № 4. — С. 431—435.
2. Добрецов Н. Л. Пермско-триасовые магматизм и осадконакопление в Евразии как отражение суперплюма // Докл. Академии наук. — 1997. — Т. 354, № 2. — С. 216—219.
3. Карякин Ю. В., Склярков Е. В., Травин А. В., Шипилов Э. В. Возраст и состав базальтов центральной и юго-западной частей архипелага Земля Франца-Иосифа // Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. — М.: ГЕОС, 2010. — Т. 1. — С. 293—301.

4. Комарницкий В. М., Шипилов Э. В. Новые геологические данные о магматизме Баренцева моря // Докл. Академии наук. — 1991. — Т. 320, № 5. — С. 1203—1206.

5. Кременецкий А. А., Костицин Ю. А., Морозов А. Ф., Рекант П. В. Источники вещества магматических пород поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан) по изотопно-геохимическим данным // Геохимия. — 2015. — № 6. — С. 487—501.

6. Лаверов Н. П., Лобковский Л. И., Кононов М. В. и др. Базовая модель тектонического развития Арктики как основа для подготовки обновленной заявки России в Комиссию ООН на установление внешней границы континентального шельфа // Арктика: экология и экономика. — 2012. — № 2 (6). — С. 4—19.

7. Лобковский Л. И. Тектоника деформируемых литосферных плит и модель региональной геодинамики применительно к Арктике и Северо-Восточной Азии // Геология и геофизика. — 2016. — № 3. — С. 476—495.

8. Лобковский Л. И., Шипилов Э. В., Кононов М. В. Геодинамическая модель верхнемантийной конвекции и преобразования литосферы Арктики в мезозое и кайнозое // Физика Земли. — 2013. — № 6. — С. 20—38.

9. Лучицкая М. В., Соколов С. Д., Котов А. Б. и др. Позднепалеозойские гранитоиды Чукотки: особенности состава и положение в структуре арктического региона России // Геотектоника. — 2015. — № 4. — С. 3—29.

10. Морозов А. Ф., Петров О. В., Шокальский С. П. и др. Новые геологические данные, обосновывающие континентальную природу области центрально-арктических поднятий // Регион. геология и металлогения. — 2013. — № 53. — С. 34—55.

11. 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.

12. Пучков В. Н. «Великая дискуссия» о плюмах: так кто же все-таки прав? // Геотектоника. — 2009. — № 1. — С. 3—22.
13. Соколов С. Д., Тучнова М. И., Ганелин А. В. и др. Тектоника Южно-Анжуйской сутуры (Северо-Восток Азии) // Геотектоника. — 2015. — № 1. — С. 5—30.
14. Федоров П. И., Флеров Г. Б., Головин Д. И. Новые данные о возрасте и составе вулканических пород острова Беннетта (Восточная Арктика) // Докл. Академии наук. — 2005. — Т. 400, № 5. — С. 666—670.
15. Филатова Н. И., Хаин В. Е. Структуры Центральной Арктики и их связь с мезозойским Арктическим плюмом // Геотектоника. — 2009. — № 6. — С. 24—51.
16. Шпилов Э. В. Генерации, стадии и специфика геодинамической эволюции молодого океанообразования в Арктике // Докл. Академии наук. — 2005. — Т. 402, № 3. — С. 375—379.
17. Шпилов Э. В. О позднемезозойском вулканизме Восточно-Арктической континентальной окраины Евразии (Восточно-Сибирское море) по сейсмическим данным // Докл. Академии наук. — 2011. — Т. 436, № 4. — С. 504—508.
18. Шпилов Э. В., Карякин Ю. В. Новые данные о базальтоидном магматизме Западного Шпицбергена // Докл. Академии наук. — 2010. — Т. 430, № 6. — С. 810—815.
19. Шпилов Э. В., Карякин Ю. В. Баренцевоморская магматическая провинция: геолого-геофизические свидетельства и новые результаты определения  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  возраста // Докл. Академии наук. — 2011. — Т. 439, № 3. — С. 376—382.
20. Шпилов Э. В., Карякин Ю. В., Матишов Г. Г. Баренцевско-Амеразийский юрско-меловой суперплюм и инициальный этап геодинамической эволюции Арктического океана // Докл. Академии наук. — 2009. — Т. 426, № 3. — С. 369—372.
21. Шпилов Э. В., Лобковский Л. И. Тектоно-геодинамические трансформации литосферы Амеразийского бассейна в кайнозое // Докл. Академии наук. — 2012. — Т. 445, № 6. — С. 663—669.
22. Шпилов Э. В., Лобковский Л. И. О субмеридиональной зоне сдвига в структуре континентальной окраины Чукотского моря и механизме раскрытия Канадского океанического бассейна // Докл. Академии наук. — 2014. — Т. 455, № 1. — С. 67—71.
23. Шпилов Э. В., Моссур А. П. Об аномальных сейсмических горизонтах в осадочном чехле Баренцева моря // Геотектоника. — 1990. — № 1. — С. 90—97.
24. Шпилов Э. В., Шкарубо С. И., Разницин Ю. Н. Неотектоника северной части Норвежско-Гренландского бассейна (особенности строения и развития хребта Книповича и Поморского периокеанического прогиба) // Докл. Академии наук. — 2006. — Т. 410, № 4. — С. 506—511.
25. Birkenmajer K., Krajewski K. P., Pecskey Z., Lorenc M. W. K-Ar dating of basic intrusions at Bellsund, Spitsbergen, Svalbard // Polish Polar Research. — 2010. — Vol. 31, № 1. — P. 3—16.
26. Corfu F., Polteau S., Planke S. et al. U-Pb geochronology of Cretaceous magmatism on Svalbard and Franz Josef Land, Barents Sea Large Igneous Province // Geol. Mag. — 2013. — Vol. 150 (6). — P. 1127—1135.
27. Dinkelman M. G., Kumar N., Helwig J. et al. Highlights of Petroleum and Crustal Framework of the Beaufort-Mackenzie Basin: Key Results from BeaufortSPAN East Phases I and II Surveys // Canadian Society of Exploration Geophysicists (CSEG), Recorder. — 2008. — Vol. 33, № 9. — P. 22—25.
28. Evenchick C. A., Davis W. J., Bedard J. H. et al. Evidence for protracted High Arctic large igneous province magmatism in the central Sverdrup Basin from stratigraphy, geochronology, and paleodepths of saucer-shaped sills // GSA Bulletin. — 2015. — Vol. 127, № 9/10. — P. 1366—1390.
29. Gee D. G., Juhlin C., Pascal C., Robinson P. Collisional Orogeny in the Scandinavian Caledonides (COSC) // GFF. — 2010. — Vol. 132. — P. 29—44.
30. Grachev A. F., Arakelyantz M. M., Lebedev V. A. et al. New K-Ar ages for basalts from Franz Josef Land // Rus. J. Earth Sci. — 2001. — Vol. 3, № 1.
31. Kontak D. J., Jensen S. M., Dostal J. et al. Cretaceous mafic dyke swarm, Peary Land, Northernmost Greenland: geochronology and petrology // The Canadian Mineralogist. — 2001. — Vol. 39. — P. 997—1020.
32. Nejbert K., Krajewski K. P., Dubinska E., Pecskey Z. Dolerites of Svalbard, north-west Barents Sea Shelf: age, tectonic setting and significance for geotectonic interpretation of the High-Arctic Large Igneous Province // Polar Research. — 2011. — Vol. 30. — P. 1—24.
33. Mukasa S. B., Mayer L. A., Aviado K. et al. Alpha/Mendelev Ridge and Chukchi Borderland  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Geochronology and Geochemistry: Character of the First Submarine Intraplate Lavas Recovered from the Arctic Ocean // Geophysical Research Abstracts. EGU General Assembly. — 2015. — Vol. 17. — EGU2015-8291-2, 2015.
34. Piepjohn K., von Gosen W., Tessensohn F., Saalman K. Ellesmerian fold-and-thrust belt (northeast Ellesmere Island, Nunavut) and its Eureka overprint // Geol. Surv. Can. Bull. — 2008. — Vol. 592. — P. 285—303.
35. Rippington S., Scott R. A., Smyth H. et al. The Ellesmerian Orogeny: fact or fiction? // GeoCanada. — 2010. — P. 1—4.
36. Shipilov E. V., Senin B. V., Yunov A. Yu. Sedimentary Cover and Basement of Chukchi Sea from seismic data // Geotectonics. — 1989. — Vol. 23, № 5. — P. 456—463.
37. Villeneuve M., Williamson M.-C. Ar/Ar dating of mafic magmatism from the Sverdrup basin magmatic province // Proceedings of the Fourth International Conference on Arctic Margins / Eds.: R. A. Scott, D. K. Thurston. — Anchorage, Alaska: MMS, 2006. — P. 206—215.