



ГЕОДИНАМИКА СТАНОВЛЕНИЯ ПРОТОУРАЛЬСКИХ ГРАНИТОИДНЫХ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ СЕВЕРА УРАЛА



К. з.-м. н.
А. А. Соболева
soboleva@geo.komisc.ru



К. з.-м. н.
Н. Б. Кузнецов
(ГИН РАН, Москва)



К. з.-м. н.
О. В. Удоротина



К. з.-м. н.
В. Л. Андреичев



Аспирант
Н. С. Дорохов

Отличительной чертой севера Урала является широкое развитие в его осевой части гранитоидов и ассоциирующихся с ними вулканитов доордовикского возраста, являющихся реликтами доуральской, или протоуральской, стадии формирования северо-востока Восточно-Европейского континента (ВЕК). По-видимому, отсутствие или незначительное развитие доордовикских гранитоидов в более южных блоках Урала не случайно и объясняется особенностями тектонической эволюции области современного севера Урала. В рамках этой гипотезы были рассмотрены особенности вещественного состава североуральских гранитоидных вулканоплутонических ассоциаций (ВПА) и проведено их сопоставление с гранитоидами различных геодинамических обстановок. Особое внимание уделялось проблеме неоднородности минерального и химического составов рассматриваемых ассоциаций и изотопному датированию выделенных типов ВПА. Начатые более 10 лет назад работы были продолжены в 2000—2002 гг. в рамках проекта РФФИ (№ 00-05-64645).

Итогом исследований должно было стать определение палеогеодинамической обстановки формирования протоуральских гранитоидных плутонов и ВПА западной части Северного и Приполярного Урала и реконструкция сценария протоуральского (дораннеордовикского) развития региона.

Неоднородность минерального и химического составов доордовикских гранитоидов и ассоциирующихся с ними вулканитов была интерпретирована не только как следствие различий состава гранитообразующего субстрата, по Л. В. Махлаеву [4], но и как возможное следствие их гетерогенности. Сравне-

ние особенностей вещественного состава североуральских гранитоидов и вулканитов, а также пород различных геодинамических обстановок, позволило нам сделать вывод о существовании на севере Урала двух типов ВПА.

Породы ассоциаций первого типа сопоставимы с гранитоидами I-типа, а второго — схожи с гранитоидами А-типа. Гранитоиды и вулканиты I-типа участвуют в строении непрерывных серий, и их магмы были сформированы в коре континентального типа. На основании полученных данных мы считаем, что формирование их произошло в конструктивной геодинамической обстановке при процессах аккреции (столкновении континентальной окраины и островодужного сооружения) или коллизии (столкновении краин двух континентов), проявившихся в позднем рифее-кембрии (695—515 млн. лет). То есть эти ассоциации являются показателями конструктивных геодинамических обстановок, а их более дробная геодинамическая типизация на современном уровне исследований весьма схематична. Для ранних эпизодов этого этапа более вероятным нам представляется вариант аккреции, а для завершающих — коллизии.

Со второй половины венда, на фоне продолжающихся коллизионных процессов, сопровождающихся становлением ВПА I-типа, начинают проявляться процессы деструкции континентальной коры, в результате которых формируются граниты и комагматичные им вулканиты А-типа, являющиеся членами контрастных габбро-гранитных и базальт-риолитовых парагенетических ассоциаций (564—516 млн. лет).

Время проявления гранитоидного магматизма соответствует интервалу поздний рифей — поздний кембрий, что

подтверждается как геологическими данными, так и имеющимися изотопными датировками [1]. Установлено, что большую часть этого промежутка времени шло образование гранитоидных ВПА I-типа. В частности, для андезитов и гранодиоритов Лапчавожской ВПА был получен возраст 695 ± 19 и 632 ± 7 млн. лет (таблица); возраст гранитов Малдинского массива — 584 ± 9 млн. лет; возраст гранитов южной части Народинского массива — 515 ± 8 млн. лет. Это означает, что этап формирования этих ассоциаций был весьма продолжительным и охватывал интервал 180 млн. лет.

Породы ВПА А-типа характеризуются венд-кембрийскими датировками. Для риолитов и гранитов Лемвинской ВПА получены цифры возраста 526 ± 7 , 530 ± 20 и 564 ± 6 млн. лет соответственно; для риолитов хребта Малдынырд — 516 ± 19 и 519 ± 17 млн. лет; граниты северной части Народинского массива имеют возраст 518 ± 10 млн. лет. То есть временной интервал их образования был значительно короче и охватывал всего около 50 млн. лет.

Таким образом, время становления ВПА I- и А-типов перекрывается. При этом этап формирования ассоциаций А-типа приходится на время окончания этапа формирования ассоциаций I-типа.

В некоторых случаях гранитоиды I- и А-типов пространственно совмещены в структуре крупных сложнопостроенных гранитоидных массивов. В частности, это можно наблюдать на примере гетерогенного Народинского массива, включающего граниты А-типа и широкий спектр гранитоидов I-типа. Наиболее поздние дифференциаты непрерывной известково-щелочной серии (I-тип) — биотитовые граниты южной части массива — образовались одновре-



менно, в пределах погрешности метода, с лейкогранитами А-типа, слагающими северную часть массива, (515 ± 8 и 518 ± 10 млн. лет соответственно). Гранитоиды I-типа — кварцевые диориты и гранодиориты более ранних фаз по геологическим соотношениям более древние (работы по их изотопному датированию в настоящее время еще не завершены).

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о существовании достаточно длительного этапа магматизма (695 — 515 млн. лет, согласно полученным изотопным данным) в условиях эволюции конвергентной окраины континента, завершившейся столкновением с окраиной другого континента — коллизией. В этот период происходило образование непрерывных известково-щелочных серий, в состав которых входили вулканы и гранитоиды I-типа. В поздневендско-кембрийское время, на фоне продолжающейся коллизии образовывались бимодальные рифтогенные ассоциации с гранитоидами и вулканидами А-типа, типичные для условий растяжения. Их локальное развитие указывает нам на то, что синколлизийное (позднеколлизийное) растяжение проявилось ограниченно и приурочено к

линейным зонам. Интервал образования последних был намного короче периода эволюции конвергентной границы и составлял по изотопным данным 564 — 516 млн. лет. По всей видимости, это позднеколлизийное растяжение, начавшееся в позднем венде и достигшее максимального развития в позднем кембрии, связано с изменением направления вектора коллизии от существовавшего «нормального» по отношению к простиранию окраин сходящихся континентов на направление существенно «тангенциальное».

Вся совокупность полученных данных и сделанных на их основании частных выводов, а также учет результатов других исследований, позволяет предложить принципиально новый возможный сценарий протоуральского (дораннеордовикского) развития региона [2, 7].

Известно, что по периферии современных океанических бассейнов Арктики располагаются разновеликие блоки коры континентального типа — Карский блок (север Таймыра и Северная Земля), блок хребта Ломоносова, северная часть Аляски (к северу от хребта Брукса), Чукотский блок, Новосибирский блок (Новосибирские о-ва и прилегающие к ним шельфы), а также неболь-

шие блоки с корой континентального типа, расположенные к северу от Иннуитского складчатого пояса на самом севере Гренландии (Земля Пири) и острова Элсмир. На основании сходства некоторых элементов строения этих массивов Н. С. Шатский еще в 1935 году предполагал существование в арктической области Земли древнего Гипербореического кратона. Позднее, в конце 80-х годов, в работах Л. П. Зоненшайна и Л. М. Натапова [3] было выдвинуто предположение, что в позднем докембрии и раннем палеозое все вышеперечисленные континентальные блоки принадлежали единому континенту — Арктиде. В конце девона этот континент столкнулся с северным краем Баренцево-Новоземельской части ВЕК. Выражением этого «столкновения» считались деформации, проявленные на севере Новой Земли и на островах архипелага Северная Земля, которые рассматривались как позднедевонские. В мезозое и кайнозое, в результате последовательного раскрытия Северной Атлантики, котловины Макарова, Евразийского, и, наконец, Евразийского океанических бассейнов, фрагменты Арктиды были пространственно разобщены и, испытав разноамплитудные латеральные перемещения, оказались включенными в строение циркумарктического обрамления Сибири (Карский, Чукотский и Новосибирский блоки) и Северной Америки (Аляска, Пири и севера о. Элсмир), или «зажатые» между Евразийским и Евразийским океаническими бассейнами (блок Хребта Ломоносова) (рис. 1).

В настоящее время, на основании анализа результатов стратиграфических исследований на островах Северной и Новой Земли можно утверждать, что палеозойские разрезы здесь практически непрерывны, представлены почти исключительно терригенными и карбонатными породами, и в них отсутствуют комплексы — показатели конвергентных границ литосферных плит (надсубдукционных образований). Все это, на наш взгляд, не позволяет интерпретировать эту зону как след позднедевонского столкновения Арктиды и северного фланга ВЕК.

Данные изотопного датирования цирконов

| № | Исследуемый объект, местонахождение | Порода | Возраст, млн. лет | Метод датирования |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ижемская зона | | | | |
| 1 | Скв. Южный Чаркаю-10 | Гранит | 553 ± 6 | Pb-Pb |
| 2 | Скв. Малая Пера-11 | Гранит | 551 ± 8 | Pb-Pb |
| 3 | Скв. Восточный Чаркаю-1 | Гранит | 557 ± 15 | Pb-Pb |
| 4 | Скв. Палью-21 | Диорит | 560 ± 15 | Pb-Pb |
| Печорская зона | | | | |
| 5 | Скв. Новая-1 | Диорит | 565 ± 8 | Pb-Pb |
| Большеземельская зона | | | | |
| 6 | Скв. Восточная Харьяга-26 | Гранит | 567 ± 36 | Pb-Pb |
| 7 | Скв. Веяк-2 | Гранит | 618 ± 6 | Pb-Pb |
| Урал | | | | |
| 8 | Малдинский массив | Гранит | 584 ± 9 | Pb-Pb |
| 9 | Обрамление Малдинского массива | Риолит | 516 ± 19 , 519 ± 17 | Pb-Pb |
| 10 | Лемвинский массив | Гранит | 530 ± 20 – 564 ± 6 | Pb-Pb |
| 11 | Обрамление Лемвинского массива | Риолит | 526 ± 7 | Pb-Pb |
| 12 | Лапчавожский массив | Кварцевый диорит | 632 ± 7 | Pb-Pb |
| 13 | Обрамление Лапчавожского массива | Андезидацит | 695 ± 19 | Pb-Pb |
| 14 | Северная часть Народинского массива | Гранит | 518 ± 10 | U-Pb |
| 15 | Южная часть Народинского массива | Гранит | 515 ± 8 | U-Pb |

Примечание. 1-7 — данные [9]; 8-15 — данные авторов.

Анализ геологических и геофизических материалов по Тимано-Печорскому и Баренцевоморско-Новоземельскому региону позволил нам предположить, что следом столкновения Арктиды и ВЕК является Припечорская зона интенсивных магнитных аномалий, интерпретируемая как одноименный глубинный разлом. Этот разлом в структуре допалеозойского фундамента Тимано-Печорской плиты разделяет области развития позднекембрийских комплексов, существенно различающихся по своему составу и строению. В частности, к юго-востоку от него распространены рифейские и вендские преимущественно терригенные и карбонатные образования, тогда как северо-восточнее широким распространением пользуются одновозрастные им вулканогенно-осадочные, вулканогенные комплексы, гранитоиды и офиолиты, которые в приуральской части плиты и на Западном Урале выступают на поверхность. Среди образований обоих типов преимущественно в зоне, пограничной между областями их распространения, достаточно широко развиты гранитоидные интрузии (рис. 2). По-видимому, наиболее ранние гранитоиды I-типа формировались на активной окраине Арктиды, а более поздние (с изотопным

возрастом от 584 до 515 млн. лет) гранитоиды этого типа — маркируют собой этап столкновения ВЕК и Арктиды.

Мы полагаем, что в самом конце докембрия или на рубеже венда и кембрия по Припечорской сутурной зоне были приведены в соприкосновение Тиманская пассивная окраина ВЕК и активная окраина Арктиды. При этом сформировался суперконтинент (композитного типа) Арктевропа. На ранних этапах эта коллизия происходила в виде “лобового” столкновения континентов, а на поздних — она приобрела характер “косого” столкновения. Этот вывод мы делаем на основании того, что в это время на фоне становления массивов гранитоидов I-типа происходит внедрение более глубоких гранитоидов А-типа (с изотопным возрастом от 564 до 516 млн. лет), участвующих в строении контрастно дифференцированных магматических серий. Они маркируют собой достаточно глубокие расколы континентальной коры Тимано-Печорского позднекембрийского коллизионного орогена, которые были, по-видимому, приурочены к структурам типа pull-apart. Эти структуры образовывались в местах частных изгибов сдвиговых зон, неминуемо возникающих при “косой” коллизии.

Таким образом, доуральские ВПА Западного Урала представлены образованиями двух типов. Первые из них являются показателями конструктивных геодинамических обстановок — активных континентальных окраин и зон коллизии, вторые — показателем локальных деструктивных процессов, проявившихся на фоне более значимого по масштабам конструктивного геодинамического режима.

Следовательно, если сделанное предположение верно, то протоуральские гранитоидные ВПА являются показателями активной границы континента, но не Восточно-Европейского, а причлененного в результате коллизии. В связи с этим, отдельным вопросом стоит доказательство существования этой зоны сочленения.

Многие исследователи отмечали разный характер рифейских толщ на Тимане и к северо-востоку от Припечорской зоны разломов. Если на Тимане преобладают слабо деформированные и слабо метаморфизованные преимущественно осадочные образования, то к северо-востоку от него “появляются сланцевые толщи и четко проявлен метаморфизм зеленосланцевой фации (иногда с биотитом и эпидотом, на севере отмечается даже эпидот-амфиболитовая ступень)” [8 и др.]. В этой зоне бурением вскрыты интрузии известково-щелочных гранитоидов, сопоставимых по составу и возрасту с североуральскими гранитами I-типа [9]. Важным фактом является существование Денисовской положительной магнитной аномалии, которая может быть обусловлена продолжением полосы позднекембрийских вулканитов на северо-запад [8]. Именно эти различия состава, степени дислоцированности и метаморфизма рифейских отложений привели большинство исследователей, вслед за Н. С. Шатским, к проведению границы между мио- и эвгеосинклинальными зонами к северо-востоку от Тимана [6 и др.]. И именно здесь, по всей видимости, проходит сутура, отделяющая причлененные континентальные массы от окраины ВЕК [5 и др.]. Возможно, в дальнейшем, при бурении, под чехлом Печорской плиты будет действительно вскрыт во всем объеме окраинно-континентальный вулканоплутонический пояс, эродированные и “раздавленные” последующим уральским орогенезом фрагменты которого видны на севере Урала.

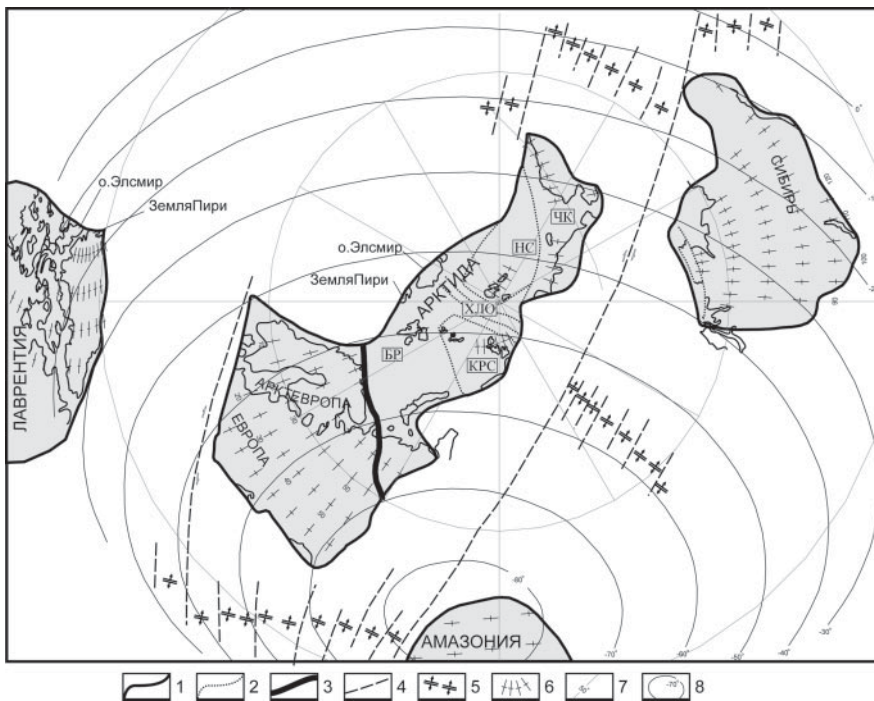


Рис. 1. Палеотектоническая реконструкция Аркт-Европейского композитного континента для томмотского века раннего кембрия (по [2], с упрощениями и дополнениями).

1 — границы палеоконтинентов; 2 — границы блоков континентальной коры; 3 — зона столкновения Европейского палеоконтинента и Арктиды; 4 — трансформные разломы; 5 — оси спрединговых систем; 6 — узлы современной координатной сети (пересечение современных широт и долгот); 7 — современная координатная сетка; 8 — древняя координатная сетка.

Буквенные индексы в рамках: БР — Баренция; КРС — Карский блок; ХЛО — блок хр. Ломоносова; НС — Новосибирский блок; ЧК — Чукотский блок

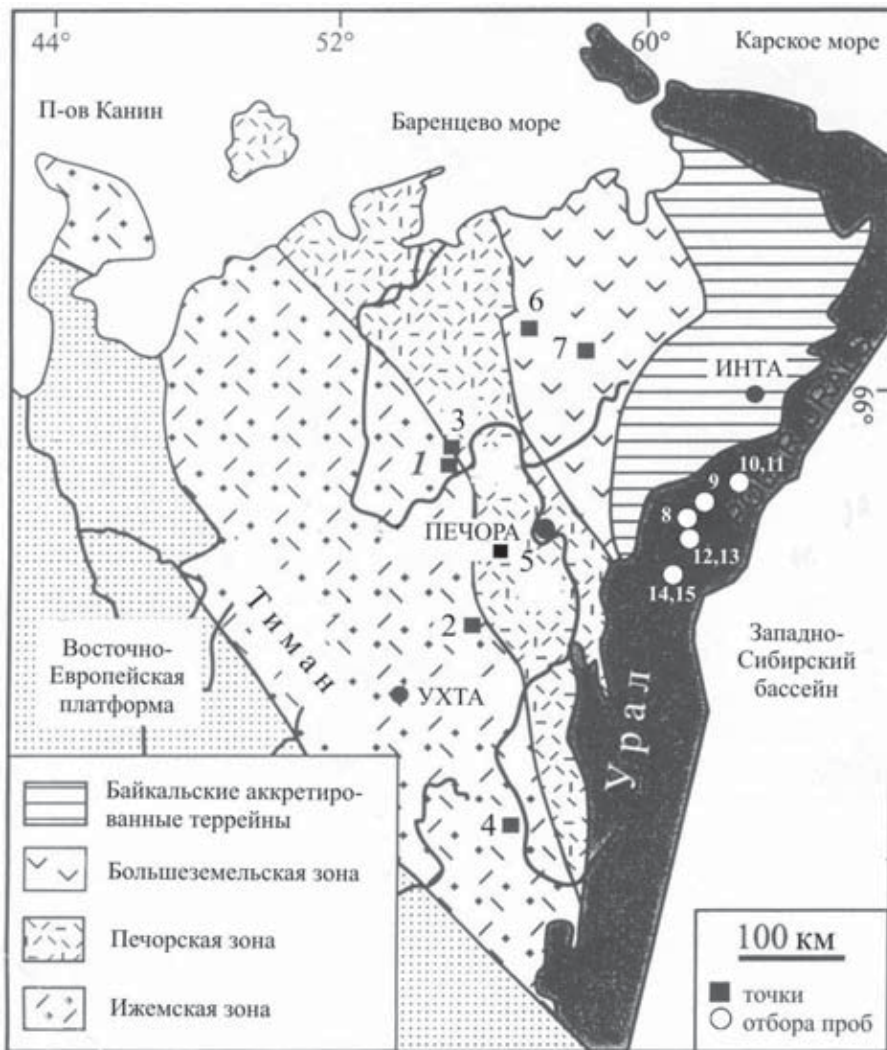


Рис. 2. Схематическая геологическая карта (по [9], с дополнениями).
Номера точек на карте совпадают с номерами в таблице

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В. Л. Изотопная геохронология доуралид Приполярного Урала. Сыктывкар, 1999. 48 с. (Научные доклады / Коми научный центр УрО РАН; вып. 413). 2. Докембрийский континент Арктида — новые кинематические реконструкции позднедокембрийско-раннепалеозойской коллизии Арктиды и Европы (Балтии) / Т. П. Борисова, М. В. Герцева, А. Ю. Егоров и др. // Тектоника и геодинамика континентальной литосферы: Материалы XXXVI Тектонич. совещ. М.: ГЕОС. С. 68—71. 3. Зоненшайн Л. П., Натанов Л. М. Тектоническая история Арктики / Актуальные проблемы тектоники океанов и континентов. М.: Наука, 1987. С. 31—57. 4. Махлаев Л. В. Гранитоиды севера Центрально-Уральского поднятия (Полярный и Приполярный Урал). Екатеринбург, 1996. 150 с. 5. Оловяниш-

ников В. Г. Верхний докембрий Тимана и полуострова Канин. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 164 с. 6. Перфильев А. С. Формирование земной коры Уральской эвгеосинклинали. М.: Наука, 1979. 188 с. 7. Суперконтинент Арктевропа и его значение для глобальных плитотектонических реконструкций / Т. П. Борисова, М. В. Герцева, А. Ю. Егоров и др. // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород: теория, практика, эксперимент. Материалы семинара. М.: ГЕОС, 2001. С. 93—96. 8. Формирование земной коры Урала / С. Н. Иванов, В. Н. Пучков, К. С. Иванов и др. М.: Наука, 1986. 248 с. 9. New, Single Zircon (Pb-Evaporation) Ages from Vendian Intrusions in the Basement beneath the Pechora Basin, Northeastern Baltica / D. G. Gee, L. Beliakova, V. Pease et al. // Polarforschung 68: 1998. P. 161—170. (erschienen 2000).

ГОДИЧНАЯ СЕССИЯ

УЧЕНОГО СОВЕТА
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
Коми НЦ УрО РАН

СОСТОИТСЯ

11 февраля 2003 года (каб. 520).
Начало в 9³⁰

Институт геологии в 2002 году.

Директор института,
академик Н. П. Юшкин.

Золото и золотоносность Тимано-Североуральского региона.

Д. г.-м. н. С. К. Кузнецов,
к. г.-м. н. М. Б. Тарбаев,
к. г.-м. н. Т. П. Майорова.

Татарский ярус Европейского Севера России.

К. г.-м. н. Г. П. Канев,
к. г.-м. н. Н. А. Колода.

Нижнеордовикские отложения Восточного Прииманья и перспективы их нефтегазоносности.

К. г.-м. н. В. С. Чуров.

Граница между лепигенной и фаллаховой формациями на Приполярном Урале.

К. г.-м. н. Н. Ю. Никулова,
к. г.-м. н. Л. И. Ефанова,
к. г.-м. н. И. В. Швецова,
д. г.-м. н. Я. Э. Юдович,
С. В. Панинская.

Стратиграфический и корреляционный потенциал сообществ табулятоморфных кораллов пограничных отложений силура и девона западного склона севера Урала.

В. Ю. Лукин.

Генерация углеводородов, гетеросоединений и изменение химической структуры керогена при водном пиролизе сернистого горячего сланца.

К. г.-м. н. Д. А. Бушнев,
асп. Н. С. Бурдельная,
к. г.-м. н. С. Н. Шанина,
к. г.-м. н. А. В. Терентьев.

Породы и минералы на больших глубинах и на земной поверхности: новые результаты изучения материалов Кольской сверхглубокой скважины, проект ЮНЕСКО МПГК-408.

К. г.-м. н. В. П. Лютов,
к. г.-м. н. Ю. В. Глухов,
Е. Н. Котова,
акад. Н. П. Юшкин.

Новые схемы катионного изоморфизма в тригональных карбонатах. Номенклатурные и геологические следствия.

К. г.-м. н. В. И. Силаев.