

УДК 551.221:550.831.017(571.53)

РАННЕПАЛЕОЗОЙСКИЕ ГАББРОИДЫ В ПОЯСЕ КОРНЕЙ НАДВИГОВ И ШАРЬЯЖЕЙ ЮЖНОЙ ОКРАИНЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В. И. Сизых

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

E-mail: sizykh@irk.ru

Рассмотрены структура и вещественное наполнение пояса корней надвигов и шарьяжей южной окраины Сибирской платформы. Проанализированы результаты интерпретации гравиметрической съемки ИЗК СО РАН с использованием аэромагнитных и гидромагнитных материалов. Это позволило принципиально по-новому оценить глубинную природу, морфологию и размеры области развития основного магматизма по латерали и вертикали в соответствии с шарьяжно-надвиговыми структурами.

Ключевые слова: раннепалеозойские габброиды, пояс корней надвигов и шарьяжей, гравиметрическая съемка, аэромагнитные и гидромагнитные материалы, коллизионный шов, тектонические пластины.

Территория южной окраины Сибирской платформы в целом и Ольхонский регион в частности являются ключевым объектом для выяснения палеогеодинамических обстановок, геологического и тектонического строения Прибайкалья. Именно здесь в последнее время появляется новый оригинальный фактический материал, позволяющий существенно изменить прежние представления о возрасте метаморфитов, изверженных пород и их тектонической принадлежности.

С каледонским коллизионным швом Прибайкалья пространственно связаны интрузивные тела кислого и основного состава, близкие по времени внедрения. Известно, что семейство связанных с коллизией магматических пород включает гранитоиды и сопровождающие их породы, в том числе габбро, сиениты, диориты, а также лампрофиры и монцититы шошонитовой специализации. По мнению автора, гранитоиды и субщелочные габброиды Приольхонья представляют собой единую магматическую ассоциацию, объединенную пространственно-временной связью, характерной для рубцовой сутуры, т. е. коллизионного шва на стыке юга Сибирского кратона и Ольхонского террейна. Роль гранитоидов в коллизионной геодинамике каледонид Прибайкалья убедительно раскрыта в одной из последних работ, посвященной этому региону (Розен, Федоровский, 2001). Габброиды в этом плане остаются «вещью в себе», т. е. публикаций на эту тему, за редким исключени-

ем (Вилор и др., 2001; Грудинин и др., 2001), практически нет. Цель настоящей статьи – восполнить этот пробел и показать, что коллизия Сибирской плиты и Ольхонского террейна сопровождалась не только формированием гранитоидных тел, но и внедрением субщелочных габброидов, которые маркировали каледонский коллизионный шов.

Согласно разработанной (Сизых, 2001) морфокинематической модели покровно-складчатых структур юга Сибирской платформы, от Приморского разлома в Прибайкалье, Главного Саянского в Присаянье к центру платформы выделен ряд покровно-складчатых поясов, закономерно сменяющих друг друга в концентрически-зональной последовательности: пояс корней надвигов и шарьяжей, пояс шарьяжно-надвиговых структур горно-складчатого обрамления по периферии платформы, пояс принадвиговых структур краевой части платформы, пояс фронтально-надвиговых структур внутренней части платформы, область зафронтальных структур (рис. 1). Если все остальные пояса ранее были охарактеризованы довольно подробно, то пояс корней надвигов и шарьяжей нуждается в дальнейшей конкретизации и расшифровке.

Пояс корней надвигов и шарьяжей прослеживается в виде узкой полосы в краевых выступах фундамента по периметру юга Сибирской платформы. Он включает в себя серию глубинных разломов типа зон смятий, круто падающих на юго-восток и юго-запад вдоль ограничения платформы. На востоке это Приморский, Даванский, Левоминьский и Чуйский разломы,

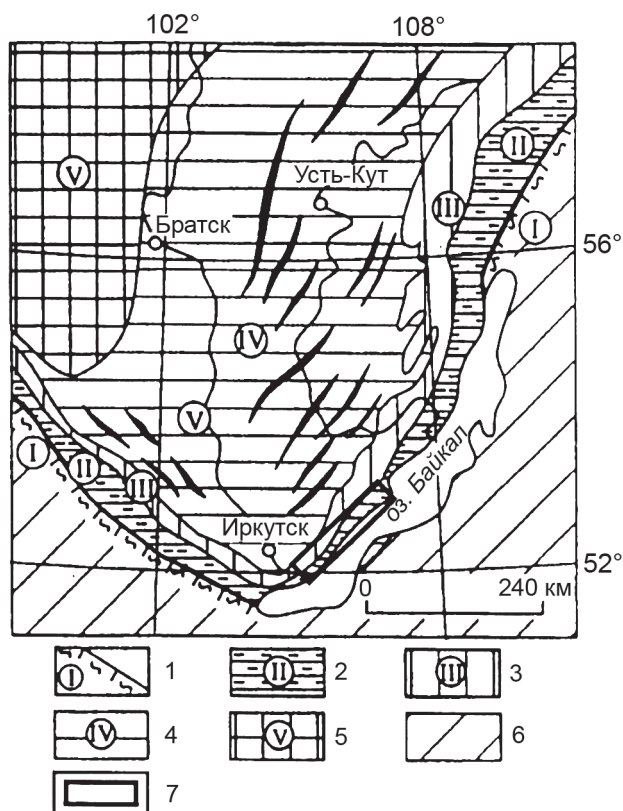


Рис. 1. Схема поясной зональности шарьяжно-надвиговых структур южной окраины Сибирской платформы. Пояса (цифры в кружках обозначают номера поясов): 1 – корней надвигов и шарьяжей; 2 – шарьяжно-надвиговых структур горно-складчатого обрамления по периферии платформы; 3 – прина-двиговых структур краевой части платформы; 4 – фронтально-надвиговых структур внутренней части платформы; 5 – область зафронтальных структур; 6 – Центрально-Азиатский подвижный пояс; 7 – район работ

Fig. 1. Schematized thrust and overthrust zoning within southern margin of the Siberian platform. Belts of (figures in circles indicate numbers of belts): 1 – thrust and overthrust roots; 2 – thrust and overthrust structures of mobile belts along the platform periphery; 3 – near-thrust structures of the platform margin; 4 – frontal-thrust structures of the platform inner part; 5 – region beyond the frontal structure; 6 – Central-Asian mobile belt; 7 – the study area

на западе – Главный Саянский разлом с Бирюсинской ветвью, имеющие сдвиговую природу. Выжимание тектонических пластин, клинью-выколов из корневых зон в сторону платформы сопровождалось трансформацией крутопадающих дизъюнктивов в надвиги. Подчеркнем, что в раннем палеозое Приморский разлом пространственно совпадал с каледонским коллизийным швом между Сибирским кратоном и Ольхонским террейном, т. е. коллизийный шов играл роль рубцовой сутуры – зоны корней надвигов для южной окраины Сибирской платформы. С другой стороны, Приольхонье представляет собой область повторного фронтального скупивания земной коры в более позднее время, в частности в поздней юре в результате возобновления подвижек по сместителям раннепалеозойских надвигов в обстановке сжатия, вызванного коллизией Сибирского континента с Монголо-Северо-Китайским (Зорин, 1971).

На территории Приольхонья широко развиты глубокометаморфизованные образования раннего палеозоя, сложенные мраморами, гнейсами, кристаллическими сланцами и магматическими породами. Изверженные породы, среди которых преобладают габброиды, представлены мелкими (2–10 км²) и крупными (120–150 км²) телами, выходы которых почти непрерывно прослеживаются от устья р. Бугульдейка до пролива Ольхонские ворота (рис. 2). К ним относятся Крестовский, Озерский, Тажеранский и другие, более мелкие массивы. В результате гравиметрических работ в прибрежной полосе оз. Байкал

выделены Крестовский, Озерский и Кучелгинский относительные максимумы силы тяжести.

С. В. Ветров (1968) максимумы силы тяжести в горном обрамлении Байкала связывал с блоками древних глубокометаморфизованных пород и интрузиями основного состава. Ю. А. Зорин (1971), в целом разделяя эту точку зрения, при анализе изостатического состояния Байкальской впадины пришел к выводу, что главная причина максимумов – глубинные аномальные массы.

Кучелгинский максимум охватывает область развития глубокометаморфизованных образований раннего палеозоя, о возрасте и стратиграфическом расчленении которых нет единого мнения. До недавнего времени метаморфиты этой территории считались раннедокембрийскими. Новые данные (Бибикина и др., 1990) привели к кардинальному пересмотру таких представлений. Опробованы практически все группы пород из аллохтонных и сдвиговых пластин и гнейсово-купольных зон. Установлен раннепалеозойский возраст магматизма. Так, Озерский массив субщелочных метагабброидов по Sm-Nd изохроне имеет возраст 530 ± 23 млн лет. Судя по начальному отношению изотопов Nd[eNd(T)], равному +5,0, источником магм могли быть зоны умеренно деплетированной мантии, типичные для субщелочных пород островов и некоторых островных дуг. Определен раннепалеозойский возраст метаморфизма и складчатости (цирконометрия, U-Pb изохрона, 485 ± 5 млн лет). Близкие датировки были получены Ф. А. Летниковым (Летников и др., 1995), Е. П. Серебрянским, Ю. А. Костицыным (Rb-Sr изохронный метод, синметаморфические жильные граниты, 449 ± 22 млн лет).

В северо-восточной части Кучелгинского максимума выявлены мелкие (до 2×2 км) тела габброидов, близкие по составу и, видимо, време-

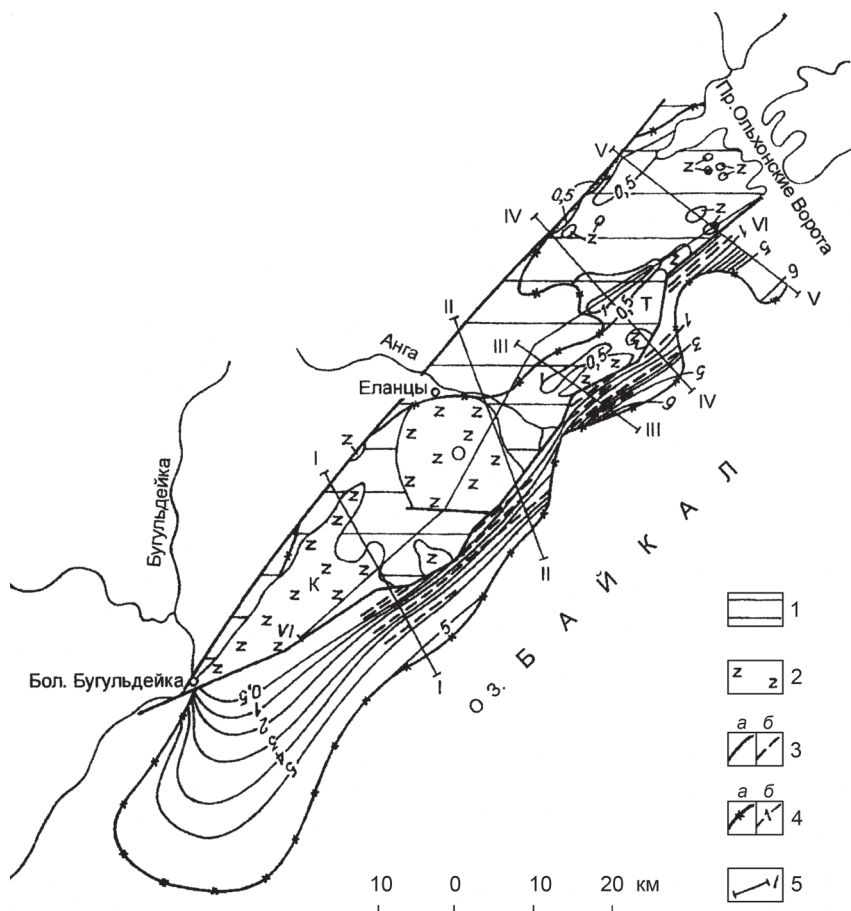


Рис. 2. Геолого-геофизическая схема Приольхонья (по данным Новоселовой, Турутанова, 1982): 1 – глубокометаморфизованные раннепалеозойские образования; 2 – выходы массивов на поверхность (К – Крестовский, О – Озерский, Т – Тажеранский); 3 – разломы (а – по геологическим и гравиметрическим, б – по гравиметрическим данным); 4 – структурные элементы интрузий (а – контуры проекции интрузий на поверхность, б – изолинии равных глубин до кровли интрузий, км); 5 – расчетные профили

Fig. 2. Schematized geologic-geophysical map of Priolkhonie (according to (Новоселова, Турутанов, 1982): 1 – deeply metamorphosed Early Paleozoic formations; 2 – outcrops of rock formations (К – Krestovskii, О – Ozerskii, Т – Tazheranskii); 3 – faults (а – by geologic and gravimetric evidences, б – by gravimetric evidences); 4 – structural elements of intrusions (а – contours of intrusions projection on the surface, б – isolines of equal depths to intrusions roof, km); 5 – calculated profiles

ни образования породам Крестовского и Озерского массивов. Наиболее вероятная причина Кучелгинского максимума – не полностью вскрытая эрозией габброидная интрузия. Дополнительный аргумент в пользу этого – текущее положение изоаномал к простиранию вмещающих пород, весьма сходное с картиной гравитационного поля в районе Крестовского и Озерского массивов. Для количественной интерпретации избыточная плотность габброидов принята $0,2 \text{ г/см}^3$. Результаты расчетов показаны на рис. 3. Границы тел определялись по геологическим данным, а на юго-востоке (в акватории оз. Байкал) – по материалам аэромагнитной съемки.

На профиле II Озерский массив представляется почти изометричным, с нижней границей на глубине 4,5 км. В продольном сечении (VI) массив имеет грибообразную форму; его верхи частично срезаны берегом Байкала. Контакты массива всюду тектонические, сопровождаемые интенсивными зонами дробления. Такие взаимоотношения просматриваются в правом борту долины р. Хайрюзовая. Здесь контакт имеет ступенчатое строение и вмещающие его толщи разбиты серией разрывов. Геолого-геофизические материалы дают основание считать, что Озерский массив находится во вторичном залегании и подвергся перемещению (и не единожды) в вертикальном и горизонтальном направлениях (Геологические..., 1993). Сложность внутреннего строения Озерского массива в значительной мере обусловлена интенсивной разломной тектоникой, внедрением многочисленных жил и даек гранитов, а также процессами гранитизации. Кстати, эти процессы свойственны и другим габброидным массивам. Профиль I пересекает Крестовский массив, который, судя по результатам расчетов, является наиболее крупным телом. Его нижняя граница находится на глубине от 6 до 7,8 км (сброшенная часть). К

северо-западу намечается тектоническая чешуя мощностью 0,5–1 км. В фундаменте Байкальской впадины находится почти половина массива. В продольном сечении Крестовская интрузия имеет сравнительно простую форму; ее мощность составляет 3 км, а к юго-западу постепенно уменьшается до 1 км. В совокупности с геологическими данными можно предположить, что Крестовский и Озерский массивы могут быть частями единого крупного тела с изменяющейся вертикальной мощностью.

Форма тела габброидов, пересекаемого профилем V, в значительной степени гипотетична, поскольку ее определение опирается на два мелких выхода пород в береговой полосе. Значения

силы тяжести здесь указывают на крупный (Кучелгинский) массив, большая часть которого расположена под осадками Байкала. По форме тело сходно с Крестовским и Озерским массивами (в поперечных сечениях). К северо-западу от описываемой интрузии ответвляется крупная тектоническая пластина мощностью 1,8–2 км. Глубина до нижней границы 9,5 км.

Судя по расчетам на профиле IV, Тажеранский массив представляет собой обнаженную часть крупного тела, состоящего из тектонической пластины и изометричного блока, разбитого системой пологих и крутопадающих разломов. Подобная картина наблюдается и на профиле III – с той лишь разницей, что горизонтальные размеры тектонической пластины здесь существенно меньше. Сброшенная же часть тела примерно той же формы, что и на профиле IV. Профиль VI пересекает эпицентры Крестовского, Озерского и Кучелгинского максимумов, а также область минимумов силы тяжести. По этой линии Кучелгинский массив не соединяется с Крестовско-Озерским. Две тектонические крупные пластины располагаются на значительном удалении друг от друга. Судя по форме сечения, на северо-востоке Кучелгинский массив разбит серией поперечных сбросов и не выклинивается, а имеет тенденцию к продолжению на Ольхон.

Рассматриваемые габброидные массивы располагаются в пределах узкой зоны северо-восточного простирания, что хорошо согласуется с представлениями многих исследователей о связи базитового магматизма с глубинными разломами и сутурными швами. Опираясь на геофизические данные, проследим намеченную зону к северо-востоку от Ольхона. В гравитационном поле область повышенных значений силы тяжести продолжается до м. Рытый, плавно поворачивает на восток и, минуя п-ов Святой Нос, достигает восточного побережья Байкала в ус-

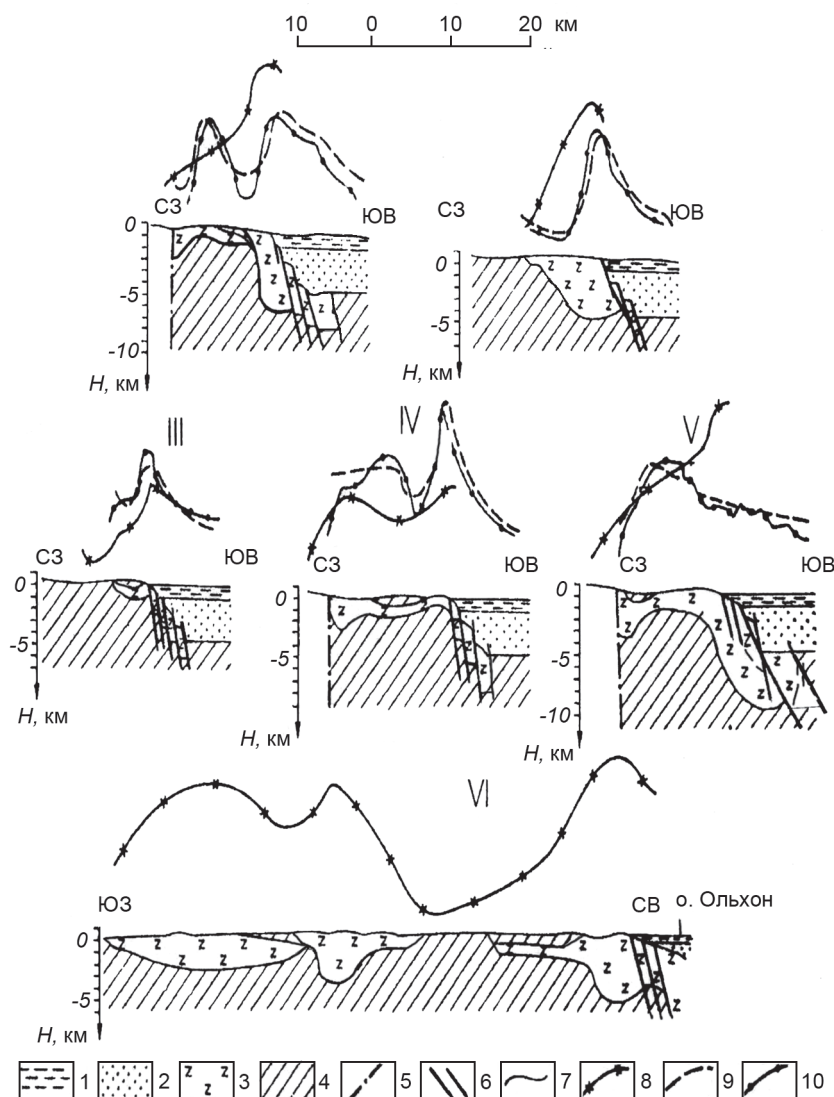


Рис. 3. Интерпретация геофизических данных на расчетных профилях (по данным Новоселовой, Турутанова, 1982, с изменениями и дополнениями автора): 1 – оз. Байкал; 2 – рыхлые осадки; 3 – габброиды; 4 – глубокометаморфизованные раннепалеозойские образования; 5 – Приморский разлом; 6 – разломы по гравиметрическим данным; 7 – наблюдаемые локальные аномалии силы тяжести; 8 – расчетные значения силы тяжести; 9 – наблюдаемые значения ΔT_a ; 10 – расчетные значения ΔZ_a на высоте 500 м от поверхности; I–VI – расчетные профили

Fig. 3. Interpretation of geophysical data on calculated profiles (according to (Новоселова, Турутанов, 1982) with author's changes and additions): 1 – Baikal lake; 2 – loose sediments; 3 – gabbroids; 4 – deeply metamorphosed Early Paleozoic formations; 5 – Primorsky Fault; 6 – faults by gravimetric evidence; 7 – observed local anomalies of gravity; 8 – calculated values of gravity; 9 – observed values ΔT_a ; 10 – calculated values of ΔZ_a at a height of 500 m from surface; I–IV – calculated profiles

тье р. Кабанья. Затем она пересекает хр. Баргузинский и через междуречье Кабаньей и Улюна протягивается к участку повышенного гравитационного поля с резко различающейся морфологией: локальные максимумы здесь ориентированы субширотно, а окружающие их изоаномалы почти изометричны. Изменение морфологии поля нередко служит признаком изменения

геологической природы аномалии, поэтому полюсу повышенных значений силы тяжести следует ограничить истоками Кабаньей. Мы продолжили ее в верховье р. Баргузин лишь потому, что там закартированы раннепалеозойские габброидные интрузии (Новоселова, Турутанов, 1982).

В пределах описываемой полосы достаточно четко оконтуриваются локальные гравитационные максимумы, по размерам соизмеримые с Кучелгинским максимумом и в 2 раза и более превосходящие Крестовско-Озерский. Их интенсивность примерно одинакова, а в районе хр. Баргузинский минимальна. Выделенная полоса повышенных значений силы тяжести сопровождается участками повышенного аномального магнитного поля или отдельными аномалиями. Согласно геологическим данным, в пределах рассматриваемой зоны, кроме Крестовско-Озерского и Кучелгинского, располагаются Кочериковский и Кабаний массивы, а далее на северо-восток – интрузии Центрально-Баргузинского хребта. Следовательно, совокупность гравиметрических, магнитометрических и геологических данных позволяет выделить узкую протяженную (до 400 км) тектоническую зону, насыщенную габброидными интрузиями типа Крестовской и Озерской. Эта зона, согласно М. Р. Новоселовой Е. Х. Турутанову (1982), названа Приморско-Баргузинской.

По данным О. М. Розена и В. С. Федоровского (2001), Е. В. Бибилова с соавторами (1990), Ф. А. Летникова с соавторами (1995), Sm-Nd возраст субщелочных габбро Озерского массива составляет 530 ± 23 млн лет. «Поскольку гипабиссальные аналоги габброидов озерского типа образуют целиком метаморфизованные и превращенные в амфиболиты пластовые тела среди стратифицированных толщ линейно-складчатых зон Приольхонья, можно считать, что полученный возраст магматического события близок к возрасту седиментации толщ, вмещающей эти породы» (Розен, Федоровский, 2001. С. 48). Накопление вулканогенно-осадочных толщ и внедрение габброидов происходило в раннем палеозое, а точнее, в кембрии – 530 млн лет (начальная фаза коллизии). Метаморфизм, синметаморфическое гранитообразование и внедрение мелких тел габброидов приурочено к раннему ордовика – 490 млн лет (основная – главная фаза коллизии). К-Аг датировки, отвечающие интервалу 450–410 млн лет, либо фиксируют окончание метаморфизма и время остывания пород, либо отражают какое-то более молодое постметаморфическое термальное событие (конечная фаза коллизии), например внедрение нефелиновых сиенитов Тажеранского массива, окруженных ореолом гипабиссальных роговиков, которые наложены на регионально метаморфизованные породы (Конев, Самойлов, 1974). Исходя из этих данных, вся складчатая система При-

ольхонья и время формирования коллизионного шва должны быть отнесены к каледонидам.

Опираясь на вышеизложенное, попытаемся представить условия формирования и морфоструктурные особенности габброидных интрузий Приольхонья как следствие раннепалеозойского коллизионного геодинамического режима. К моменту внедрения магмы основного состава (или синхронно) в коре должна была существовать крупная субвертикальная ослабленная зона глубокого проникновения. Такая рубцовая зона действительно имела место в Приольхонье в раннем палеозое и возникла в результате каледонской коллизии Сибирской континентальной плиты и Ольхонского террейна (Федоровский, 1997). Примечательно, что коллизионный шов, представляя собой пояс корней надвигов южной окраины Сибирской платформы, контролировался не только гранитоидами, но и субщелочными габброидами, слагающими грибообразные тела с расщеплением их по мере удаления от корневого шва в сторону платформы на серию тектонических пластин и чешуй протяженностью до 10–15 км. Таким образом, вещественный состав, возрастное и структурно-тектоническое положение габброидов Приольхонья приводят к выводу, что в качестве индикаторных геологических комплексов коллизионных обстановок здесь могут выступать не только традиционные гранитоиды, но и субщелочные габброиды.

ЛИТЕРАТУРА

- Бибилова Е. В., Карпенко С. Ф., Сумин Л. В. и др. U-Pb, Sm-Nd, Pb-Pb, K-Ag возраст магматических пород Приольхонья (Западное Забайкалье) // Геология и геохронология докембрия Сибирской платформы и ее обрамления. – Л.: Наука, 1990. – С. 171–183.
- Ветров С. В. О природе гравитационного поля, наблюдаемого над Байкалом // Байкальский рифт. – М.: Наука, 1968. – С. 126–130.
- Вилор Н. В., Суворова Л. Ф., Костянецкая Ж. В. и др. Ультрамафиты в полиметаморфическом комплексе Приольхонья // Отеч. геол. – 2001. – № 2. – С. 34–42.
- Геологические памятники Байкалу / сост. Г. В. Рязанов. – Новосибирск: ВО «Наука», Сибирская книжная фирма, 1993. – 160 с.
- Грудинин М. И., Беличенко В. Г., Бараш И. Г. Состав и геодинамика ультраосновных и основных пород района нижнего течения р. Селенга // Отеч. геол. – 2001. – № 2. – С. 57–63.
- Зорин Ю. А. Новейшая структура и изостазия Байкальской рифтовой зоны и сопредельных территорий. – М.: Наука, 1971. – 176 с.
- Зорин Ю. А., Мордвинова В. В., Турутанов Е. Х. и др. Новые геофизические данные о надвигах в Прибайкалье, Западном Забайкалье и Центральной Монголии // Геотектоника. – 2002. – № 3. – С. 40–52.

Конев А. А., Самойлов В. С. Контактный метаморфизм и метасоматоз в ореоле Тажеранской щелочной интрузии. – Новосибирск: Наука, 1974. – 244 с.

Летников Ф. А., Халилов В. А., Савельева В. Б. Изотопное датирование эндогенных процессов в Приольхонье // Докл. РАН. – 1995. – Т. 344, № 1. – С. 96–100.

Новоселова М. Р., Турутанов Е. Х. Морфология габброидных массивов и масштабы основного магматизма в Приольхонье // Геология и геофизика. – 1982. – № 6. – С. 46–53.

Розен О. М., Федоровский В. С. Коллизионные гранитоиды и расслоение земной коры (примеры кайнозойских, палеозойских и протерозойских коллизионных систем). – М.: Науч. мир, 2001. – 188 с. – (Тр. ГИН РАН; вып. 595).

Сизых В. И. Шарьяжно-надвиговая тектоника окраин древних платформ. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. Филиал «ГЕО», 2001. – 154 с.

Федоровский В. С. Купольный тектогенез как компонент коллизионной геодинамики (каледониды Западного Прибайкалья) // Геотектоника. – 1997. – № 6. – С. 56–71.

Поступила в редакцию 17.03.2005 г.

THE EARLY PALEOZOIC GABBROIDS IN THE ROOTS OF THRUST AND OVERTHRUST NAPPE IN THE SOUTH OF SIBERIAN PLATFORM

V. I. Sizykh

This is the examination of the structure and matter composition of the root system of thrust and overthrust nappes over the southern edge of Siberian Platform. The gravimetric survey results as well as aeromagnetic and hydromagnetic data are interpreted and examined. The new information obtained has enabled the author to receive a new understanding of the deep character, morphology and dimensions of basic magmatism, both laterally and vertically, as related to thrust and overthrust nappe occurrences.

Key words: early Paleozoic gabbroids, thrust and overthrust roots belt, gravimetric survey, aeromagnetic and hydromagnetic data, collisional suture, tectonic plates.