



УДК.551.263.038 (571.54/.55)

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ АНГАРО-ВИТИМСКОГО БАТОЛИТА

А.В. Никитин, В.М. Ненахов

*Воронежский государственный университет*

**Бурятским геологам – выпускникам  
геологического факультета ВГУ  
посвящается**

В статье рассмотрена эволюция представлений о магматических комплексах, участвующих в строении одного из крупнейших в мире Ангаро-Витимского батолита (АВБ). В настоящее время в пределах батолита выделяется более десятка интрузивных комплексов, причём нет единого мнения относительно их объёма, возраста и генезиса, что объективно связано, с одной стороны, со сложным генезисом этого гигантского плутона, а с другой, различной методологией и подходом к выделению интрузивных комплексов. Намечен круг проблемных вопросов связанных с изучением АВБ, для решения которых необходимо создание карты нового поколения на современной методологической основе масштаба 1:1000 000 на всю площадь АВБ (учитывающей весь существующий фактматериал), с детализацией реперных участков сопровождающейся изотопными и другими современными комплексами химико-аналитических работ.

### Введение

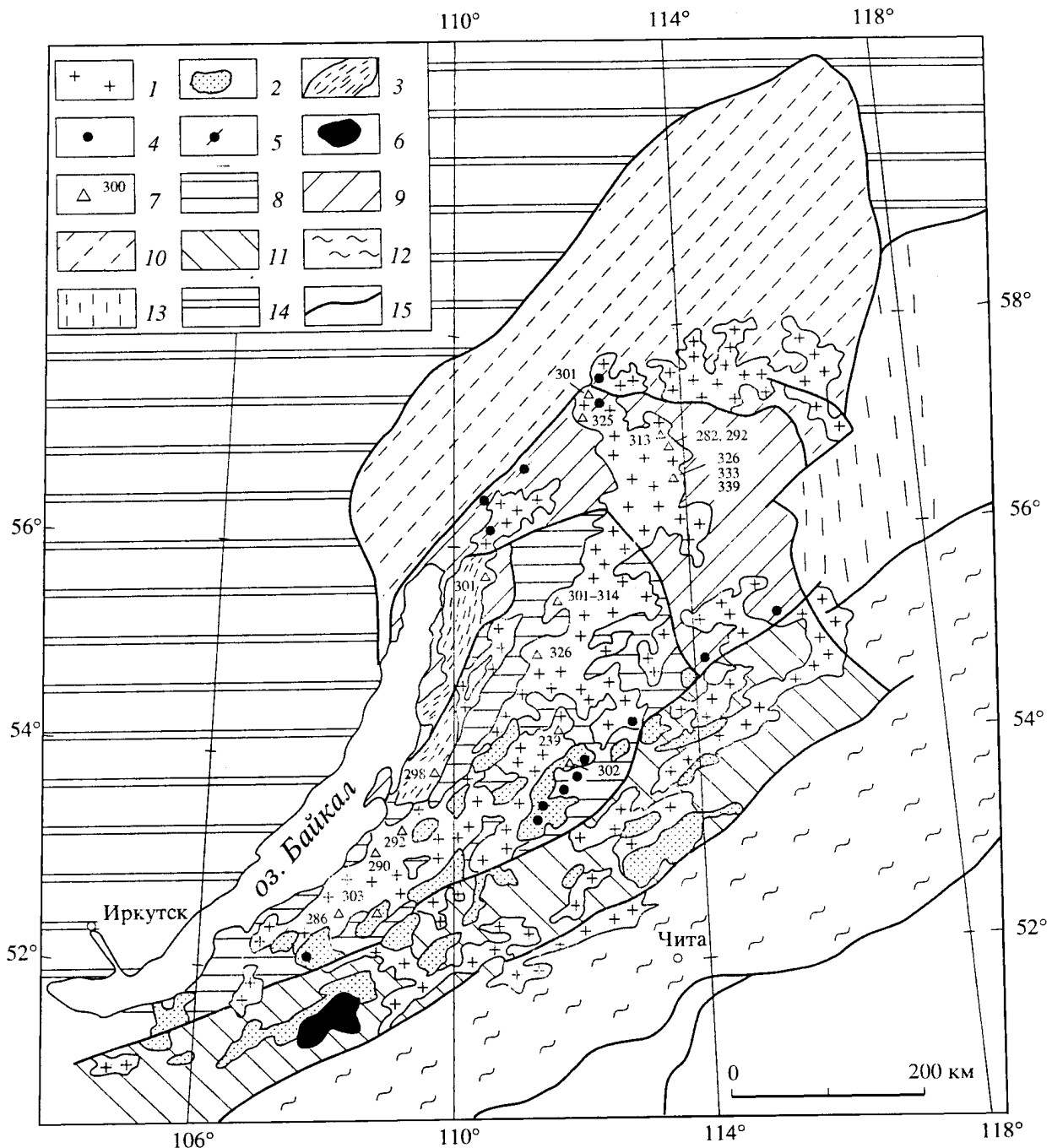
Ангаро-Витимский батолит включает серию плутонов, занимающих обширные пространства Западного Забайкалья площадью около 150 000 км<sup>2</sup>. С запада и северо-запада батолит ограничен озером Байкал, с востока и юга – долинами рек Витим и Хилок соответственно (рис.1).

По данным моделирования глубинного строения батолита, базирующегося на интерпретации гравитационных аномалий и материалов глубинного сейсмического зондирования, батолит представляет собой субгоризонтальную пластину, грубоовальных очертаний с размерами по осям 800x400 км. Площадь этой пластины 200 тыс. км<sup>2</sup>, что заметно превышает суммарную площадь выходов гранитоидов на поверхность (150 тыс. км<sup>2</sup>). На большей части территории, глубина подошвы батолита варьирует в пределах 10-12 км; в северной его части эти вариации значительны – от 5 до 20 км. В целом с учётом глубины эрозионного среза порядка 1-2 км средняя исходная мощность гранитной пластины может быть оценена в 10-15 км [1]. Первоначально к АВБ были отнесены гнейсовидные граниты, гранито-гнейсы, массивные однородные часто порфиоровидные биотитовые и биотит-роговообманковые граниты и гранодиориты, объединённые в 1956 г. Л.И.Салопом в баргузинский интрузивный комплекс [2]. Площадь распространения пород АВБ первоначально определялась в 120000 км<sup>2</sup>

[3], но впоследствии была существенно расширена [4], за счёт включения в его состав крупных массивов порфиоровидных гранитов витимканского, конкудеро-мамаканского и ряда других интрузивных комплексов [5].

В настоящее время в пределах Ангаро-Витимского батолита выделяется более десятка интрузивных комплексов (таблица), характеризующихся достаточно пёстрым составом. Такое большое количество комплексов объективно связано с одной стороны со сложным генезисом этого гигантского интрузивного тела, а с другой стороны с различной методологией и подходом к выделению интрузивных комплексов. Очевидно, что проблема выделения комплексов далеко выходит за рамки предлагаемой статьи и детально здесь не рассматривается, хотя, как нам кажется, различная трактовка понятия “магматический комплекс” приводит к тому, что в один комплекс объединяют различные по генезису породы. В то же время разные составляющие единого магматического комплекса разными авторами часто относятся к различным комплексам. По нашему мнению под “магматическим комплексом” следует понимать – региональную ассоциацию разновозрастных очаговых комплексов, сложенных породами петрогенетической серий одного типа [6].

Целью предлагаемой статьи является обзор эволюции представлений о магматических комплексах, участвующих в строении одного из крупнейших в мире батолитов, определения круга проблемных



**Рис. 1.** Схема геологического строения Ангаро-Витимского батолита; (по [26]): 1 - 6 - магматические комплексы и ассоциации: 1 - барузинский, 2 - зазинский, 3 - чивыркуйский, 4 - щелочные базиты и сиениты зазинского и сайженского комплексов, 5 - сыннырский, 6 - щелочно-гранитная (Брянский массив); 7-места отбора проб для геохронологических исследований и результаты (в млн. лет); 8 - 14 - структурно-формационные зоны: 8 - Котеро-Уакутская, или Байкало-Витимская, 9 - Байкало-Муйская, 10 - Мамско-Бодайбинская, 11 - Джида - Витимская, 12 - Селенгино-Становая, 13 - Чаро-Удоканская, 14 - Сибирская платформа; 15 - границы структурно-формационных зон.

вопросов, связанных с его изучением, и определение пути их решения

#### История выделения и изучения магматических комплексов, слагающих АВБ и его сателлиты

АВБ сложен породами, объединяемыми в разновозрастные магматические комплексы. Возрастное положение большинства из них установлено

лишь относительно стратифицированных толщ, ограниченно распространённых в регионе и относящихся преимущественно к позднему мезозою и кайнозою. Геохронологические исследования магматических комплексов приобрели систематический характер лишь в последние годы.

До недавнего времени в геологической истории региона в качестве важнейшего рубежа выделялся ранний палеозой, с которым связывалось формирование АВБ, при этом добатолитовые обра-

Таблица

## Магматические комплексы Ангаро-Витимского батолита

Название комплекса (состав)	Автор, год выделения	Объём комплекса	Возраст (млн.лет) и его обоснование
<b>Джидинский</b> (По Налётову от габбро до гранитов) (по Дистановой, 1975 - тоналит - грано-диоритовый)	Налётов, 1936	В Джидинской горной стране	В Джидинском рудном районе - <b>281-226</b> (Rb-Sr) (из Гордиенко и др, 1999)
<b>Баргузинский</b> Гнейсовидные граниты, гранитогнейсы, гранодиориты, кварцевые сиениты до монзонитов.	Салоп, 1956	Слагает основную массу Ангаро-Витимского батолита	<b>339-278</b> (U-Pb) Бухарова и др, 1992 <b>326±27</b> (Rb-Sr) Шергина и др, 1984 <b>314-301</b> (U-Pb) Неймарк и др, 1993 <b>290±3</b> (U-Pb) Будников и др, 1995
<b>Витимканский</b> 1957г: гранодиориты, адамелиты, граниты 1961: гомогенные граниты р.Ципы и розовые граниты и граносиениты юга Витимского плоскогорья	Хренов, 1957	Выделен из джидинского	<b>339±23</b> (Rb-Sr) Мурина и др, 1980 <b>320±10</b> (K-Ar) -//- <b>292±1,5</b> (U-Pb) Будников и др, 1996
<b>Конкудеро-Мамаканский</b> гранодиорит-гранитный	Великославинский, Казаков и др, 1957 Таевский, 1961	Аналог витимканского (Салоп, 1967)	<b>325-282</b> (U-Pb) Бухаров и др, 1992
<b>Бичурский</b> Габбро-диорит-гранитный	Новиков, Козодубова, 1958	Малханский и Заганский хребты	<b>P<sub>2</sub> 1.</b> По дискордантности с Pz <sub>3</sub> отл. 2. Галька к-са в T <sub>1</sub> отложениях.
<b>Куналейский</b> Сиенит-гранит-граносиениты	Налётов, 1961	В Малханской и Селенгино-Витимской зонах	<b>265-230</b> (K-Ar) Рублёв, Козубова, 1976
<b>Кудунский</b> Субщелочные граниты и сиениты	Комаров, 1963	Там же	<b>287±4</b> (Rb-Sr) по Ярмлюк и др, 1987
<b>Сыннырский</b> Щелочные сиениты	Жидков и др, 1963	Северо-Байкальское нагорье	<b>349-304</b> (K-Ar, U-Pb) <b>300-285</b> (Rb-Sr) Ярмлюк и др, 2000
<b>Сайженский</b> Щелочные и габброидные породы	Конев, 1964	Витимское плоскогорье	<b>348-324</b> (K-Ar) Конев и др, 1975 <b>320-290</b> (Rb-Sr) Ярмлюк и др, 2000
<b>Дабанский</b> гранит-граносиенитовый	Дистанова, 1971	Выделен из джидинского	<b>Pz<sub>2</sub></b> По установлению в хр.Гунзан досреднекарбоновой возрастной границы гранитоидов комплекса
<b>Зазинский</b> граносиенит-гранитный, Лейкократовые, крупно-средне-зернистые, розовые граниты и кварцевые сиениты.	Литвиновский, Занвилевич, 1972	На востоке Бурятии выделен из баргузинского витимканского и джидинского.	<b>310±10</b> (K-Ar) Козубова и др, 1977 <b>303±7</b> (U-Pb) Будников и др, 1996 <b>287±5</b> (Rb-Sr) Мурина и др, 1980
<b>Чивыркуйский</b> диориты		Запад батолита (побережье Байкала)	<b>301±2</b> (U-Pb) Неймарк и др, 1993 <b>298±6</b> (K-Ar) Козубова и др, 1980

Примечания и предложения: 1. **А.Н.Леонтьев [7]:** объединить дабанский и зазинский комплексы в единую граносиенит-гранитовую формацию. 2. **Б.А.Литвиновский [4]:** включить в состав Ангаро-Витимский батолит - витимканский и конкудеро-мамаканский комплексы. 3. **В.В.Ярмлюк [26,30]:** а) возраст баргузинского, витимканского, конкудеро-мамаканского комплексов 290-320 млн.лет (в северной части батолита 340 млн.лет); б) зазинский комплекс субсинхронен баргузинскому и является его составным элементом; в) сайженский, чивыркуйский и сыннырский комплексы практически разновозрастны; г) витимканский комплекс частично относится к баргузинскому, частично к зазинскому комплексам; д) формирование Ангаро-Витимского батолита началось с севера и северо востока внедрением пород баргузинского комплекса и завершилось зазинским, конкудеро-мамаканским и чивыркуйским комплексами. 4. **Б.А.Литвиновский [31]:** зазинский комплекс – гомодромная, многофазная магматическая формация входящая в состав вулканоплутонической ассоциации которая образует пояса распространяющиеся за пределы батолита. Возраст зазинского комплекса послебатолитовый, его нельзя объединять с баргузинским. 5. **В.В.Ярмлюк [44]:** возраст батолита 310-180 млн.лет.

зования считали дораннепалеозойскими, в крайнем случае - ранне-среднекембрийскими. Ведущим критерием возрастной оценки метаморфических пород обычно служила степень метаморфизма, в соответствии с которой, выделялись архейские, ранне и позднепротерозойские комплексы. Послебатолитовые магматические образования распределялись по возрастной шкале в значительной степени условно в зависимости от соотношения с гранитами баргузинского комплекса, наиболее широко распространённого в пределах батолита, а также между собой. Формирование баргузинского комплекса происходило в два этапа. В начальный этап образовались массивы гранодиоритов, тоналитов и кварцевых диоритов. В течении второго этапа был сформирован главный объём батолита, представленный двуполевошпатовыми биотитовыми гранитами магматического облика и гнейсовидными породами такситового сложения, имеющими состав гранитов и гранодиоритов. В завершающую стадию формировались мелкие дайкообразные и штокообразные тела аплитовидных гранитов [7].

Длительное время образование АВБ связывалось с рифейским этапом общей инверсии тектонического режима в Байкальской горной области [3]. В качестве обоснования указывалось, что гранитоиды батолита интродуцируют протерозойские отложения и содержатся в гальке конгломератов раннего кембрия. Такая точка зрения никем не оспаривалась практически до начала 70-х годов, когда новые данные по стратиграфии и магматизму заставили существенно пересмотреть устоявшиеся представления [4, 8-11].

К середине 70-х гг. в отложениях многих свит, считавшихся рифейскими (бамбуйской, курбинской, юктоконской, тилимской), обнаружена обильная кембрийская фауна, что явилось весомым аргументом в пользу широкого распространения в центральной части Байкальской горной области венд-кембрийских стратифицированных образований [9,10]. Примерно в этот же период на новом, более представительном материале была подтверждена справедливость выводов Л.И.Салопа [3] о выдержанном на больших пространствах и достаточно специфическом составе гранитоидов, слагающих батолит. Были разработаны критерии отнесения пород к АВБ батолиту, давшие возможность показать, что толщи, в которых обнаружена фауна раннего кембрия, интродуцированы типоморфными разновидностями гранитоидов, слагающих батолит, а не какими-либо более поздними гранитами. Одновременно было показано, что гранитные породы, присутствующие в гальке нижнекембрийских конгломератов, по ряду существенных характеристик резко отличаются от пород батолита и в то же время идентичны плагиогранитам, единодушно относимым к протерозойскому муйскому комплексу. На основании этого был сделан вывод о том, что образование батолита происходило не в рифее, а позднее раннего кембрия [12].

До конца 60-х годов считалось, что с конца раннего палеозоя и до окончания пермского периода магматическая деятельность в регионе не была проявлена [3,13]. Мнение отдельных исследователей о наличии в Западном Забайкалье верхнепалеозойских гранитоидов [14] аргументировалось лишь данными К-Аг датировок в валовых пробах, пока в конце 60-х годов В.В.Скрипкина и Ю.М.Холод не привели доказательства широкого распространения в Западном Забайкалье верхнепалеозойских существенно вулканогенных образований, что в дальнейшем было подтверждено И.В.Гордиенко.

Породы рассматриваемого этапа были отнесены к трём интрузивным комплексам: бичурскому, кудунскому и куналейскому, представленным образованиями трёх формаций: гранодиорит-гранитовой, субщелочных и щелочных гранитоидов. На геологической карте Бурятии масштаба 1:500 000 (В.И.Давыдов и др.) к позднему палеозою были отнесены гранитоиды, описанные выше в составе зазинского и дабанского комплексов.

В соответствии с данными геологической карты юга Сибири и Северной Монголии [15], практически вся западная и юго-западная площадь батолита занята выходами пород баргузинского и зазинского комплексов. На более старых геологических картах территории масштаба 1:200000 в границах раннего палеозоя выделяются также витимканский и джидинский комплексы.

В конце 70-х гг. И.Г.Кременецким были найдены новые фаунистические остатки, позволяющие поднять "возрастную планку" обсуждаемых гранитоидов выше кембрия. Согласно его данным вероятная нижняя возрастная граница батолита – ордовик.

Верхняя граница определяется по налеганию на размытую поверхность гранитоидов батолита пестроцветных конгломератов среднепалеозойской ишташкинской свиты (данные Е.Е.Зеленского). В юго-западной части Икатского хребта, в верховья р.Ина типичные гранитоиды батолита перекрыты туфоконгломератами, в которых были обнаружены девонские спорово-пыльцевые комплексы.

Изложенный фактический материал позволил с большой долей уверенности считать возраст Ангаро-Витимского батолита раннепалеозойским, скорее всего ордовикско-силурийским [12].

Кроме того, в 70-х годах геологическое и петрологическое исследование гранитоидов велось на Витимском плоскогорье [4], и в Джидинской горной стране [16]. По результатам этих исследований было установлено, что максимум гранитоидного магматизма был не в конце протерозоя, как считалось раньше, а в раннем палеозое. Одновременно был пересмотрен в сторону омоложения возраст баргузинского комплекса [7]. Из plutonic образований к раннепалеозойскому циклу кроме гранитоидов баргузинского и джидинского комплексов В.Г.Беличенко [9] относил также ультраосновные породы бассейна Джиды, диориты и габброиды, широко

распространённые на всей территории Бурятского Забайкалья. И.В.Гордиенко [17] выделяет также позднепалеозойские интрузивные образования, представленные субщелочными и щелочноземельными гранитоидами.

### Характеристика магматических комплексов, слагающих АВБ

В таблице в хронологическом порядке помещены магматические комплексы, выделенные различными авторами в пределах АВБ.

**Джидинский комплекс** выделен и кратко описан П.И.Налётовым в 1962 г. [18] в Джидинской горной стране. Описание комплекса имеется также у Е.Н.Смолянского, В.А.Дворкина-Самарского [19] и в работах других исследователей. Традиционно в состав джидинского комплекса включались весьма разнородные породы – от габброидов до гранит-аплитов, формирование которых происходило в три фазы: 1) габбро, габбро-диориты, диориты, плагиограниты и гранодиориты; 2) сиениты, граносиениты, кварцевые сиениты, порфирированные граниты; 3) лейкократовые граниты. А.Н.Дистанова [16] показала, что в этот комплекс, включались три самостоятельных генетических типа пород: габбро-норитовый, тоналит-диоритовый и гранит-граносиенитовый. К собственно джидинскому, по А.Н.Дистановой, следует относить лишь тоналит-диоритовый комплекс. Гранитоиды II и III фаз выделены ею в самостоятельный дабанский интрузивный комплекс.

**Баргузинский комплекс** был выделен в начале 50-х годов, однако до настоящего времени его объём, возраст, критерии выделения являются предметом дискуссии. Ряд исследователей вслед за [3] относили к баргузинскому комплексу гнейсовидные граниты, гранито-гнейсы, массивные однородные часто порфирированные биотитовые и биотитовогообманковые граниты и гранодиориты, слагающие Ангаро-Витимский батолит. Возраст баргузинского комплекса в то время считался позднепротерозойским. П.М.Хренов [20], В.А. Дворкин – Самарский [19] и некоторые другие геологи выделили серию крупных массивов, биотитовых, часто лейкократовых гранитов и сиенитов, возраст которых считался моложе гранитов баргузинского комплекса и рассматривался как раннепалеозойский, в витимканский комплекс [3]. В него объединялись достаточно разнородные породы юга Витимского плоскогорья и междуречья Уда-Кудун; кварцевые монциты и граниты, светло-серые слабо гнейсовидные граниты бассейна р.Ципа и розовые преимущественно лейкократовые граниты юга Витимского плоскогорья. Однако, Б.А.Литвиновский [21] показал, что гранитоиды бассейнов рек Витимкана и Ципы входят в состав Ангаро-Витимского батолита, и, нет никаких оснований, исключать их из состава баргузинского комплекса. И напротив, как оказалось позднее [7], баргузинский и джидинский комплексы

существенно отличаются друг от друга масштабами проявления, кроме того, породы баргузинского комплекса в целом характеризуются кали-натровой специализацией при некотором преобладании калия над натрием. Среди джидинских гранитоидов ведущую роль играют разновидности с обратным соотношением щелочей.

Дальнейшее развитие представлений о батолите связано с работами Б.А.Литвиновского с соавторами [4,12,21-23]. На основе геологических соотношений им было установлено, что возраст баргузинского комплекса не древнее раннего палеозоя. Было также показано, что породы баргузинского комплекса имеют большое сходство с породами массивов, относимых к другим раннепалеозойским комплексам (например, витимканскому и др.), которые распространены в непосредственном обрамлении АВБ. В результате включения соответствующих пород в состав баргузинского комплекса площадь батолита была увеличена, и, были уточнены его границы.

**Конкудеро-мамаканский** интрузивный комплекс выделен [24] в Прибайкалье и Западном Забайкалье на севере Ангаро-Витимского батолита и представлен диорит-гранодиорит-гранитной ассоциацией. Впоследствии была показана его аналогичность витимканскому [3].

**Бичурский** гранодиорит-гранитовый комплекс выделен В.А.Новиковым и Л.А.Козубовой в 1958 г. при проведении среднемасштабных геологосъёмочных работ. Более 10 лет комплекс датировался триасом, и лишь в середине 70-х годов, после появления данных о возможном пермском возрасте вмещающих гранитоиды кислых вулканитов, его нижняя возрастная граница была опущена до перми. Бичурский комплекс обнаруживает существенные отличия от выделенных позднее кудунского и куналейского не только по набору пород, но и по составу ведущих разновидностей. Граниты и граносиениты этого комплекса щелочноземельные, постоянно содержат в своём составе обособленные плагиоклаз и калинатровый полевой шпат, что выражается в более высоком отношении  $Ca/Na_2O + K_2O$  и в меньшем содержании в них щелочей.

Первые результаты геохронологического изучения гранитоидов АВБ были получены на основе К-Аг датирования [25]. По этим результатам возраст гранитоидов баргузинского комплекса – 170-370 млн. лет, витимканского – 212-332 млн. лет.

С конца 70-х годов арсенал используемых методов датирования был расширен сначала за счёт Rb-Sr, а затем и U-Pb методов. Первые же появившиеся результаты резко сократили диапазон вариаций возрастных оценок и указали на позднекарбонный возраст изученных гранитоидов. По результатам определения возраста U-Pb изохронным методом по цирконам [26] возраст становления баргузинского комплекса – 289.2±1.0 млн. лет. Минимальный возраст кристаллизации расплавов родональных для витимканского комплекса – 291.2±0.9

млн. лет. На конец 90-х годов результаты U-Pb и Rb-Sr датирования пород баргузинского комплекса и ряда других, по геологическим соотношениям более молодых комплексов, развитых в пределах батолита, дали сходимость возрастных оценок в интервале 290-340 млн. лет.

**Кудунский и куналейский** комплексы субщелочных и щелочных гранитоидов. Сведения о составе и распространении щелочных гранитоидов приведены в 40-х годах А.А.Арсеньевым и Е.Н.Нечаевой. В 1961 г. эти породы выделены П.И.Налётовым в куналейский комплекс. Субщелочные сиениты и граниты рассматривались различными исследователями в составе куналейского, гуджирского или палеозойского джидинского комплексов. В 1963 г. Ю.В.Комаров показал, что в бассейне р.Кудун развиты предкуналейские гранитоиды, среди которых ведущую роль играют субщелочные разновидности, и предложил выделить эти породы в самостоятельный кудунский комплекс [13]. В связи с появлением данных о разновозрастности субщелочных и щелочных гранитоидов А.Н.Леонтьев [7] предложил отнести к кудунскому интрузивному комплексу все позднепалеозойские субщелочные граниты и сиениты. Кроме того, он считал, что разделение субщелочных и щелочных гранитоидов на два самостоятельных комплекса – кудунский и куналейский нельзя считать окончательно доказанным, однако последовательное формирование пород в ряду субщелочной сиенит – субщелочной гранит – щелочной сиенит – щелочной гранит установлено Д.Жалсабоном и В.В.Скрипкиной. Постоянная пространственная связь субщелочных и щелочных гранитоидов, близость их минерального и химического состава, одинаковая K-Ag датировка – все эти данные указывают на то, что оба этапа гранитообразования были тесно сближены во времени. Вполне вероятно, что формирование субщелочных и щелочных пород связано с эволюцией единого магматического источника [7].

**Сыннырский** плутонический комплекс щелочных, нефелиновых и псевдолейцитовых сиенитов выделенный А.Я.Жидковым с соавторами в 1963 г. [27] развит в Селенгино-Витимской и Верхне-Витимской структурно-формационных зонах в Северном Прибайкалье.

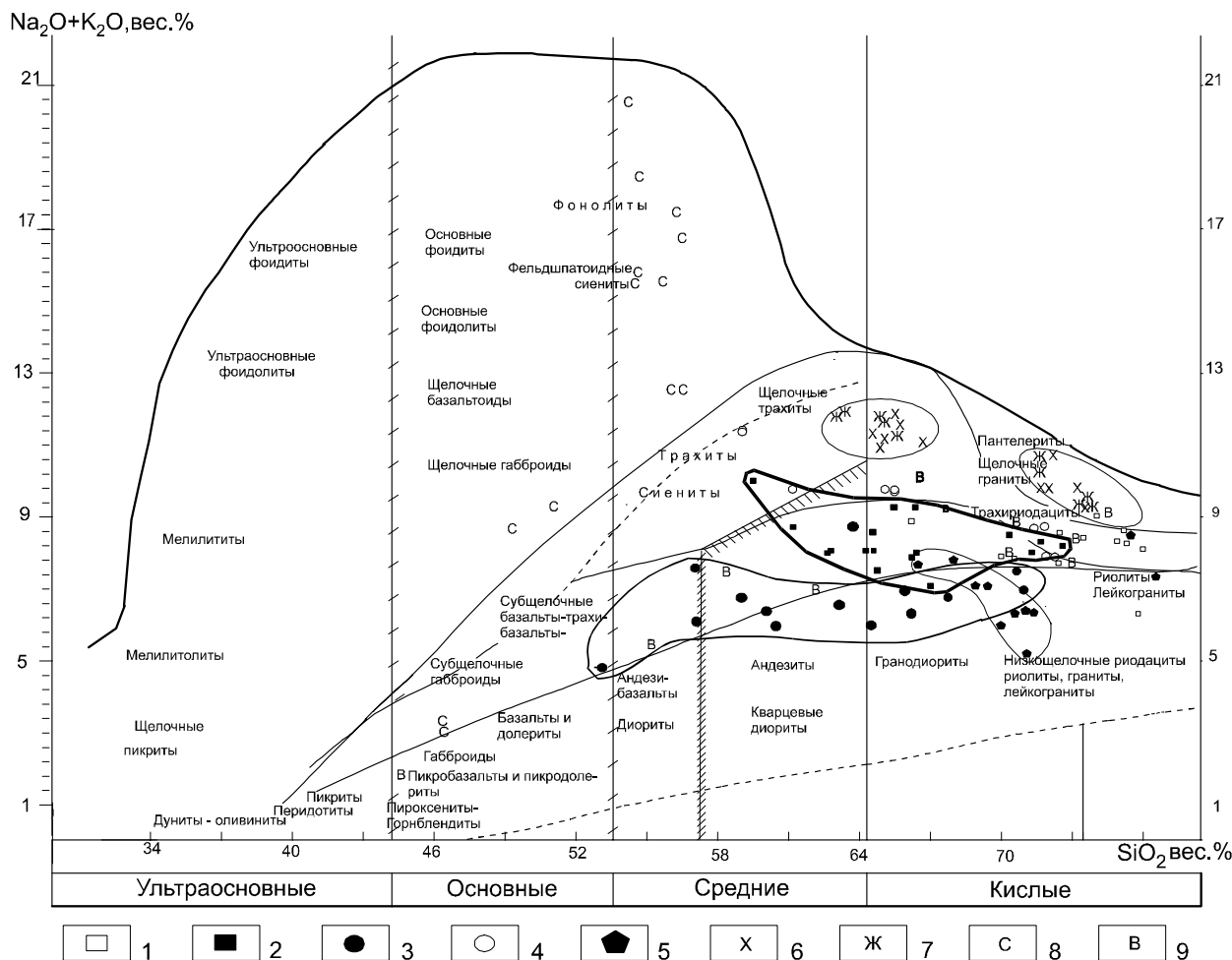
**Сайженский** комплекс габброидных и щелочных пород, выделенный А.А.Коновым в 1964 г. [28] приурочен, так же как и сыннырский, к Селенгино-Витимской, и Верхне-Витимской структурно-формационной зоне.

**Дабанский комплекс** выделен в 1971 г. А.Н.Дистановой из состава многофазного джидинского интрузивного комплекса. К комплексу отнесли большую часть гранитоидов II и III фаз джидинского комплекса в прежнем его понимании [18]. Гранитоиды дабанского комплекса широко развиты вдоль северо-восточного крыла Джидинского синклиниория, слагая крупный (более 500 км<sup>2</sup>) Улегчинский массив и ряд более мелких массивов по правому

бережью р.Джида [17]. Основные черты морфологии массивов, состав главных разновидностей, последовательность формирования и взаимоотношения с вмещающими породами для дабанского комплекса практически те же, что и для зазинского. Становление комплекса происходило в две фазы. Породы главной фазы – кварцевые сиениты с подчинённым количеством гранитов, во вторую фазу формировались только лейкократовые граниты. Возраст комплекса определяется по взаимоотношению с вмещающими породами, как среднепалеозойский.

**Зазинский комплекс.** Ранее породы этого комплекса вводились в состав витимканского и джидинского комплексов, датировавшихся нижним палеозоем. Проведённые исследования [7] показали, что для выделения нижнепалеозойского витимканского комплекса на Витимском плоскогорье и в прилегающих районах нет оснований, т.к. массивы описывавшиеся как типоморфные для этого комплекса в действительности входят в состав АВБ. Более поздними по отношению к батолиту являются породы, слагающие серию массивов на юге Витимского плоскогорья, формирование которых, согласно данным [4,21,29] происходило в среднем или даже верхнем палеозое. В связи с этим возникла необходимость в выделении на востоке Бурятии нового среднепалеозойского интрузивного комплекса, который в 1972 г. был назван зазинским. В состав комплекса были включены также более ранние кварцевые сиениты и более поздние лейкократовые граниты. Массивы этих пород тяготеют к юго-восточному краю Баргузино-Витимского блока и к Джида – Витимской зоне, где они постоянно контактируют с гранитами баргузинского комплекса. [30]. Особую группу в составе зазинского комплекса образуют нефелиновые и щелочные сиениты. Они сосредоточены в основном в районе Витимского плоскогорья, где слагают ряд небольших массивов, но, кроме того, отмечаются ещё в ряде мест в южной части батолита. В соответствии с геологическими данными они прорывают граниты баргузинского комплекса, но, в свою очередь прорваны кварцевыми сиенитами зазинского комплекса. Радиологические датировки показали, что формирование зазинского комплекса произошло после раннего палеозоя, но в домезозойское время. K-Ag определения абсолютного возраста дают интервал 350-240 млн. лет, т.е. в целом он субсинхронен баргузинскому комплексу и является составным элементом последнего [30]. Кроме того сравнительно недавно из состава зазинского, куналейского и утухтуйского комплексов на основании геолого-геохимических и радиологических данных выделен нижнеселенгинский комплекс, наиболее вероятный Rb – Sr возраст которого – 280-260 млн.лет (т.е. ранняя пермь). Rb-Sr возраст зазинского комплекса [31] поздний карбон – 310-290 млн. лет.

До начала 80-х годов дабанский и зазинский комплексы относились к среднепалеозойским плу-



**Рис. 2.** Бинарная диаграмма химических составов пород Ангаро-Витимского батолита (по [7,12,17,40]). Различными значками показаны магматические породы следующих комплексов: 1 - зазинского; 2 - баргузинского; 3 - джидинского; 4 - дабанского; 5 - витимканского; 6 - кудунского; 7 - куналейского; 8 - сыннырского; 9 - бичурского.

тоническим образованиям. По мнению А.Н.Леонтьева [7] разделение единой группы плутонических образований на два комплекса сложилось исторически, и не отражает действительных геологических различий. Граниты и кварцевые сиениты зазинского и дабанского комплексов достаточно близки по своим минералого-петрографическим и петрохимическим характеристикам (рис. 2) кроме того, подавляющая часть магматических пород сформирована в течение одного этапа, наблюдается также отчетливо единый тектонический контроль размещения и несомненно интрузивная природа гранитоидных массивов обоих комплексов. Вероятнее всего зазинский и дабанский комплексы представляют собой единую граносиенит-гранитовую формацию [7].

В западной и юго-западной частях Ангаро-Витимского батолита значение возраста формирования гранитоидов баргузинского и зазинского комплексов укладываются в интервал  $286 \pm 1 - 303 \pm 8$  млн.лет. В этом отношении они практически не отличаются от гранитоидов северной и северо-западной частей батолита. [26].

**Чивыркуйский комплекс** представлен Чивыркуйским плутоном, который располагается на восточном побережье оз.Байкал, протягиваясь от

устья р.Баргузин до бассейна р.Верхняя Ангара на 280 км. Сначала он датировался поздним протерозоем и относился к баргузинскому, или тельмамскому [3] комплексам гранитов, а позднее был включен в состав витимканского [32] или конклюдеро-мамаканского комплексов предположительно раннепалеозойского возраста. Затем породы Чивыркуйского плутона вновь отнесли к раннепалеозойскому [4] баргузинскому комплексу. По данным Л.А.Козубовой [33] Чивыркуйский плутон сформировался в каменноугольное время. Его возраст по K-Ar и U-Pb -  $298 \pm 8$  млн.лет.

### Обзор данных по возрастному обоснованию магматических комплексов АВБ

Становление АВБ разные авторы связывали с различными тектоническими циклами. По мнению Л.И.Салопа [3] формирование батолита произошло в завершающий этап позднерифейского байкальского тектономагматического цикла. По мнению Б.А.Литвиновского [1] процесс формирования батолита был сложным и, по-видимому, длительным. Он выделяет два основных этапа становления батолита. В течение

ние первого, раннего этапа происходило внедрение в метаморфические толщи относительно небольших порций кислых магм повышенной основности. Второй этап ознаменовался формированием крупных масс гранитов, которые слагают около 90% объёма батолита. В.В.Ярмолюк [26] считает, что формирование батолита происходило в конце карбона – начале перми. Его образование по-видимому, началось в северной и северо-восточной частях территории в районе Средневитимского плоскогорья во временном интервале между 340-320 млн. лет. Основной объём батолитообразования пришёлся на интервал времени 280-320 млн. лет, которому отвечает основное количество возрастных определений, зафиксированных по всей территории. Именно в позднем карбоне возникло основное разнообразие вещественных ассоциаций батолита. Среди них доминирующей явилась ассоциация пород широкого спектра составов от монцонитов до гранодиоритов и кварцевых сиенитов, выделяемых также в баргузинский комплекс. Другую достаточно широко распространённую ассоциацию представляют кварцевые сиениты и биотитовые граниты зазинского комплекса. По геологическим соотношениям породы зазинского, а также близкие к нему по составу образования конкудеро-мамаканского и чивыркуйского комплексов являются более молодыми, чем породы баргузинского комплекса. Вместе с тем время формирования пород баргузинского, витимканского и конкудеро-мамаканского комплексов попадает в возрастную интервал 290-320 млн. лет, т.е. по результатам геохронологических исследований все эти породы практически не различаются.

Следует особо подчеркнуть, что большинство приведенных в публикациях цифр проходят предварительную “чистку” в соответствии с существующими представлениями на развитие магматизма. В то же время реальная картина намного сложнее. Так по данным геологов “Бурятгеоцентра” (устное сообщение В.И.Давыдова и Ю.П.Гусева) из одного петротипического массива витимканского комплекса получены U-Pb датировки по цирконам, соответствующие рифейским, раннепалеозойским и позднепалеозойским возрастам. Качество выполнения анализов, лаборатории и интерпретация не вызывают сомнения, и этот факт требует тщательного всестороннего анализа. Возможно, что он является лишним подтверждением полихронности массива.

В пределах распространения пород батолита известно несколько проявлений позднепалеозойского магматизма, которые были выделены преимущественно на основе геологических соотношений с породами батолита. К ним относятся: сайженский комплекс, сложенный щелочными габброидами, сиенитами, щелочными пироксенитами, щелочными гранитами, нефелиновыми сиенитами; чивыркуйский комплекс представленный габброидами, монцонитами, сиенито-диоритами, кварцевыми монцонитами и гранитами; сыннырский комплекс миаскитовых и агпайтовых щелочных пород, сиенитов,

кварцевых сиенитов и граносиенитов, а также щелочных гранитов. Результаты радиологических определений возраста всех названных комплексов показали, что они также практически разновозрастны [30].

Возраст пород АВБ по U-Pb и Rb-Sr изотопным данным варьирует в пределах 340-280 млн. лет, что в значительной мере перекрывается с данными по зазинскому и даже по выделенному недавно нижнеселенгинскому комплексам. Очевидно, что большая часть объёма батолита была сформирована в карбоне. Опираясь на имеющиеся изотопные определения, В.В.Ярмолюк с соавторами [26] предлагает включать породы зазинского комплекса в состав АВБ, иными словами – объединить их с гранитами баргузинского комплекса. Такое решение вопроса по мнению Б.А.Литвиновского [31] вряд ли можно считать приемлемым. Так как на основании геологических взаимоотношений устанавливается, что формирование батолита предшествовало образованию гранитоидов зазинского комплекса. Кроме того породы зазинского комплекса представляют собой гомодромную многофазную магматическую формацию и входят в состав вулканоплутонической ассоциации. Гранитоиды этой ассоциации вместе с вулканическими комагматитами образуют пояса, протягивающиеся на тысячи километров и распространённые далеко за пределами Ангаро-Витимского батолита. Один из таких поясов (Монголо-Забайкальский) пересекает батолит. Кроме того типоморфные граниты зазинского и баргузинского комплексов существенно различаются по облику, минеральному и химическому составам. Суммируя все имеющиеся геологические и геохронологические данные, Б.А.Литвиновский делает вывод, что формирование АВБ (или значительной его части) и гранитоидов зазинского комплекса (а также их аналогов на территории Южной Сибири) было сближено во времени и происходило в течение карбона. Но несмотря на значительное перекрытие изотопных данных, имеются достаточные основания говорить о двух самостоятельных последовательных этапах гранитоидного магматизма [31].

## О полигенности и полихронности АВБ

Краткий обзор изучения АВБ, выделения в его пределах магматических комплексов, эволюции представлений об их возрастных характеристиках позволяет считать закономерным споры вокруг этих проблем, не утихающие по настоящее время. Сейчас уже очевидно, что АВБ — сложное геологическое тело, имеющее полихронную историю и полигенное происхождение, что наглядно доказывается некоторыми примерами. Конкретные примеры полигенности можно привести для водораздела Муя-Уакит, где явно чужеродные по отношению друг к другу породы пространственно ассоциируют в одном теле [34]. В этом районе субщелочные и щелочные габброиды, распространённые в водораздельной части Уакит-Муя пространственно ассоциируют с гра-



гранитоидами витимканского комплекса и более поздними субщелочными гранитоидами. Взаимоотношения с этими комплексами очень сложны. Между гранитоидами витимканского и щелочными габброидами существуют расплывчатые границы, свидетельствующие об их субсинхронности. Более молодые субщелочные гранитоиды по отношению к щелочным габброидам обнаруживают явно рвущий контакт, выраженный в наличии даек и жил гранитов среди габброидов. Поскольку габброиды и гранитоиды характеризуются повышенной щелочностью, напрашивается правомочность их выделения в единый комплекс, в качестве его разных фаз. Однако изучение химического состава показало дискретность распределения основных породообразующих оксидов, в том числе  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$  и др. Такая дискретность не может быть объяснена процессами эволюции единого магматического очага, и предполагает различные источники, термодинамику и условия становления габброидов и гранитоидов. Учитывая, что гранитоиды витимканского комплекса, щелочные габброиды и субщелочные гранитоиды по своему формированию сближены во времени (300,289,279 млн. лет), различия в их составе можно объяснить только с позиций внутриплитной геодинамической обстановки, при которой близкосовершенно происходила магмагенерация за счет различных источников. Аналогичная субсинхронность и полигенность хорошо изучена на примере Туркестано - Алая [6], где в условиях 100% обнаженности непрерывно прослеживаются переходы от гранитов корового типа (S-тип) к нефелиновым сиенитам через зону гибридных пород. При этом в последних встречаются неравновесные минеральные фазы типа кварц - канкринит [35].

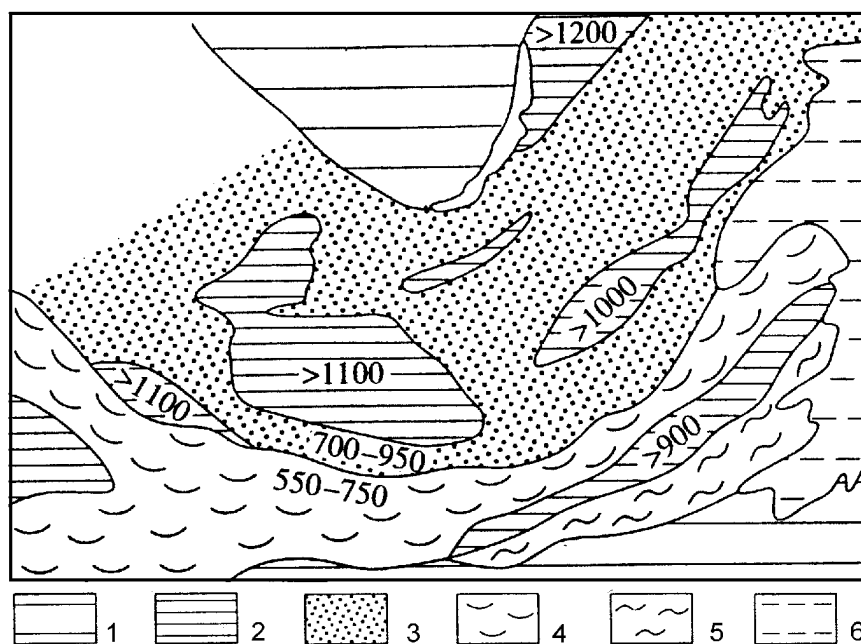
Учитывая, что явление полигенности крупных массивов намного шире распространено в природе, чем это принято считать, можно предположить, что подобным образом обстоят дела с зазинским дабанским, куналейским, кудунским, сайженским и сыннырским комплексами.

Очевидно, что наряду с полигенностью в становлении батолита существенным является и его полихронность за счёт многократной ремобилизации докембрийского субстрата. Опубликованные изотопные данные указывают на разновозрастность гранитов, слагающих Ангаро-Витимский батолит (от 290 млн. лет до 1014 млн. лет) В работе Л.А.Неймарка [5] приведены результаты геохронологического и изотопно-геохимического изучения типоморфных для баргузинского комплекса гомогенных массивных гранитоидов и диоритов прорывающего их Чивыркуйского плутона с помощью U-Pb (по циркону) и Sm-Nd по валовым пробам. Район исследования в верховье р.Баргузин представляет собой северо-западную часть АББ, сложенную автохтонными и слабо перемещёнными гомогенными гранитами, обогащёнными пегматоидным материалом. Sm-Nd изотопные данные для валовых проб демонстрируют отличие модельных возрастов для

исследованных баргузинских гранитов и диоритов Чивыркуйского плутона, что может указывать на разные возрасты их коровых протолитов и имеет определённые следствия для понимания геодинамических обстановок их формирования. При формировании гранитов только за счёт переплавления древней коры модельный возраст фиксирует её максимальный возраст. Если же при гранитообразовании имело место смешение мантийного (молодого корового) и древнего корового вещества, полученные модельные значения определяют минимальный возраст последнего. Данные указывают на древний, раннепротерозойский возраст корового вещества (на менее 1,7 – 2,1 млрд. лет), из которого был сформирован протолит баргузинских гранитов. Возраст корового источника диоритов Чивыркуйского плутона может быть оценен как рифейский (1,2 млрд. лет) [5].

Полученные результаты позволяют сделать вывод о герцинском возрасте (от  $301\pm 2$  до  $314\pm 8$  млн. лет) массивных баргузинских гранитов, слагающих большую часть Ангаро-Витимского батолита. Возраст диоритов Чивыркуйского плутона –  $301\pm 2$  млн. лет. Имеющиеся единичные изотопные U-Pb датировки пород по цирконам из гранитов северо-западной части и Rb-Sr – валовые изохроны по породам ряда массивов по юго-восточной части батолита указывают на его формирование в интервале 290-320 млн.лет при участии в качестве источника гранитных магм докембрийского корового протолита [5].

Полихронность батолита доказывается также различными источниками протолита. Согласно U-Pb и Sm-Nd- данным [36] слабоперемещённые баргузинские граниты, слагающие большую часть батолита, формировались в герцинскую эпоху за счёт переработки раннепротерозойского корового вещества и содержат унаследованный циркон рифейского возраста. Геологические наблюдения указывают на постепенные взаимопереходы между массивными гомогенными гранитами и гнейсовидными биотитовыми гранитами баргузинского комплекса и интерпретируются как синхронность или близость во времени формирования этих образований [3,4]. Результаты U-Pb датирования цирконов из массивных слабоперемещённых баргузинских гранитов, слагающих основной объём АББ, свидетельствуют о возрастном интервале их формирования 300-320 млн. лет и о наличии в них унаследованного циркона рифейского возраста  $1190\pm 60$  млн. лет [36]. U-Pb-данные по цирконам из гнейсовидных гранитов баргузинского комплекса в районе междуречья Баргузин – Светлая – Катера свидетельствуют об их более древнем возрасте ( $387\pm 6$  млн. лет с унаследованным цирконом с возрастом  $503\pm 10$  млн. лет. Кроме того в этом же районе были проанализированы гнейсо-граниты Богодиктинского массива. Их возраст (по U-Pb методу) –  $426\pm 24$  млн. лет. Таким образом, в состав АББ включаются разновозрастные гранитоиды, формировавшиеся в каледонскую и герцинскую



**Рис. 3.** Схема основных тектонических структур и изотопные провинции континентальной коры Центральной Азии (по [37]): 1 - платформы; 2 - блоки докаледонского формирования; 3 - каледониды; 4 - герциниды; 5 - поздние герциниды или индосиниды; 6 - мезо-кайнозойский чехол. Цифрами указан модельный возраст.

эпохи диастрофизма за счёт коровых протолитов разного возраста.

Пространственная закономерность в изменении времени становления гранитоидов и возрастов унаследованных цирконов свидетельствует о длительном развитии палеозойского гранитоидного магматизма. [36]. С.В.Будников [37] провёл изучение возраста пород батолита U-Pb методом по циркону на западе центральной части батолита. Результаты исследований показали, что по крайней мере вдоль северо-западной границы батолита можно выделить полосу массивов, имеющих позднекаменноугольный возраст формирования. Произведённая оценка модельного возраста источника магматических расплавов (1,6 млрд. лет) и опубликованные ранее оценки (1,2–2,07 млрд. лет) [5] указывают на возможный ранне-среднепротерозойский возраст корового протолита для магматических пород этой части батолита.

По данным В.И.Коваленко [38] по модельным Sm-Nd – возрастам на территории Центральной Азии чётко выделяются каледонская, герцинская и дорифейская изотопные провинции (рис. 3), пространственно совпадающие с одноимёнными тектоническими зонами. В каждой изотопной провинции независимо от реального возраста гранитоидов намечается выдержанный модельный возраст их источников: для каледонской 700–950 млн. лет, для герцинской 550–750 млн. лет, для дорифейской – 850–2100. Изотопная неоднородность этих гранитов связана с изотопной неоднородностью их источников. Геологическая интерпретация изотопных данных позволяет предполагать, что при аккреционно-коллизии складчатых областей

блоки дорифейской консолидации были надвинуты на комплексы относительно более молодой коры, разделивших эти блоки морских бассейнов. Возникшее двухслойное строение коры явилось причиной изотопной неоднородности источников гранитов.

### Геотектонические обстановки формирования АВБ

Вопросами геодинамической эволюции Ангаро-Витимского батолита занимались многочисленные авторы. Фундаментальные исследования в этой области принадлежат В.Г.Беличенко, Н.Л.Добрецову и Е.В.Склярову, которые выделяют две группы террейнов. К первой относятся композитные тер-

рейны с участием блоков раннедокембрийского фундамента или микроконтиненты, например Баргузинский. Вторая группа включает террейны, сложенные периокеаническими комплексами (островодужные, аккреционных клиньев), к числу которых относятся наряду с другими Джидинский и Хамар-Дабанский. В геодинамической эволюции Палеоазиатского океана выделяются режимы активной континентальной окраины западнотихоокеанского типа (рифей), завершающиеся амальгамацией микроконтинентов (венд), новой океанической стадии и развития систем внутриокеанических островных дуг (венд-нижний палеозой), сменяющиеся коллизией террейнов с Сибирским кратоном (нижний-средний палеозой), активной окраины андийского типа (верхний палеозой). Кроме того, предполагается растянутое во времени закрытие океанического бассейна и коллизия в интервале от позднего палеозоя на западе до позднего мезозоя на востоке [39].

На модель формирования АВБ существует несколько точек зрения. Ряд авторов рассматривает формирование АВБ с точки зрения коллизии процесса. Так Б.А.Литвиновский [1] со ссылкой на [40] предполагает формирование АВБ за счёт коллизии Баргузинского террейна с Сибирским кратоном и Еравнинской островной дугой. Однако отсутствие типичных S-гранитов в составе АВБ ставит под сомнение эту точку зрения. Объяснение этого факта за счёт плавления ортогнейсов, а не метапелитов без компоненты субдукции, представляется недостаточно обоснованной петрологически, так как флюидонасыщенность коллизии магмогенеза в этом случае трудно объяснить.

По мнению В.В.Ярмолука [41] придерживающегося точки зрения плюмового механизма, внутриплитная природа ареала определяется широким участием в его строении щелочных пород, которые образуют пояса интрузий вдоль двух разломных зон рифтогенного типа - Сыннырской и Удино-Витимской, которые ограничивают с бортов поле распространения гранитоидов батолита. В пределах этих зон локализованы массивы щелочных ультраосновных и основных пород, щелочных гранитов и сиенитов, в том числе лейцитовых и нефелиновых. В Сыннырской зоне они объединяются в одноимённый комплекс, а в Удино-Витимской зоне отнесены к сайженскому и частично заинскому комплексам. Rb-Sr возраст пород сыннырского комплекса отвечает интервалу 300-285 млн. лет, возраст пород сайженского комплекса варьирует в диапазоне 320-290 млн. лет. Во внутренней части ареала, занятой главным образом гранитоидами батолита, щелочные породы имеют ареальное распространение. Они представлены многочисленными синплутоническими интрузиями пород щелочнобазальтоидного состава. Их возраст определяется возрастом пород батолита, который в соответствии с данными Rb-Sr и U-Pb датирования сформировался в интервале 320-290 млн. лет.

Анализ предложенных гипотез геодинамического развития АБВ позволяет заключить, что ни одна из них не может адекватно отразить существующий сложный механизм формирования и разнообразия магматических комплексов входящих в его состав. Очевидная полихронность батолита предполагает смену геодинамических режимов, ответственных за формирование АБВ, начиная с субдукционных, характерных для рифейского этапа развития, когда были сформированы ядра островодужных систем, далее сменяющимися коллизионными, когда образовалась значительная часть ареал-плутонов и заканчивая плюмовой атакой, проявившейся в верхнем палеозое и, в значительной степени, "затушеванной" магматизм предшествующих этапов. Отголоски этого процесса проявились в мезозое, а затем и в кайнозое.

Сложный полихронный магматизм доказывается как геологическими данными, так и вещественными характеристиками (см., например [42,43]).

Таким образом, Монголо-Забайкальская магматическая область является частью крупной провинции полихронного магматизма, в пределах которой высокая эндогенная активность не прекращалась, по крайней мере, до середины мела и сопровождалась периодически возникавшим региональным тепловым прогревом. Термальное воздействие более молодых процессов магматизма на изотопные системы ранее сформированных пород отчётливо фиксируется в давно уже отмеченных расхождениях результатов K-Ar и даже Rb-Sr датирования одних и тех же комплексов [44].

## Выводы

Подводя итог вышесказанному, следует подчеркнуть следующее: 1. Несмотря на большой факти-

ческий материал, накопленный за более чем полувековую историю изучения АБВ, до сих пор нет единого мнения относительно количества, объёма и возраста магматических комплексов слагающих батолит, а также обстановок и времени его формирования. 2. По нашему мнению формирование АБВ значительно растянуто во времени, начиная с рифея и заканчивая верхним палеозоем. При этом несомненна смена геодинамических режимов, контролирующих процесс магмогенерации, от островодужных в рифее, до коллизионных в нижнем-среднем палеозое и плюмовых в верхнем палеозое. 3. Имеющиеся проблемы, касающиеся АБВ, можно решить лишь на основе их комплексного анализа, для чего необходимо создание карты нового поколения масштаба 1:1000 000 на всю площадь батолита с разномасштабной детализацией реперных участков сложного взаимоотношения разных петротипов, сопровождающееся изотопными и другими современными комплексами химико-аналитических работ. В частности, назрела необходимость анализа имеющегося фактического материала по определению абсолютного возраста с проведением методических исследований, включающих изучение реперных магматических комплексов с отбором большеобъёмных проб (по 100-150 кг. каждая) из петротипических массивов. Большие объёмы нужны для обеспечения необходимого количества цирконов всех генераций (в среднем от трёх до пяти генераций). Каждая генерация должна анализироваться U-Pb методом, дублироваться Pb-Pb методом по валу и K-Ar методом по триадам: калишпат, биотит, амфибол для установления соответствия полученных возрастов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Литвиновский Б.А., Занвилевич А.Н., Уикхем С.М. Ангаро-Витимский батолит, Забайкалье: строение, петрология, модель формирования // Геол. и геофизика. -1994. -№ 7-8. -С.217-234.
2. Salop L.I. Magmatic phenomena in relation to the development of tectonic in the Baikaside geosyncline region. XX Congr. Geol. Intern., Resumenes de los trabajos presentados. -Mexico, 1956.
3. Салоп Л.И. Геология Байкальской горной области. -Т.2. -М., 1967. -699с.
4. Литвиновский Б.А., Занвилевич А.Н. Палеозойский гранитоидный магматизм Западного Забайкалья. -Новосибирск, 1976. -141с.
5. Неймарк Л.А., Рыцк Е.Ю., Ризванова Н.Г., Гороховский Б.М. Герцинский возраст и докембрийский коровый протолит баргузинских гранитоидов Ангаро-Витимского батолита // Докл. РАН. -1993. -Т. 331, № 6. -С. 726-729.
6. Ненахов В.М., Иваников В.В., Кузнецов Л.В., Стрик Ю.Н. Особенности изучения и геологического картирования коллизионных гранитоидов. -М., 1992. -100с.
7. Леонтьев А.Н., Литвиновский Б.А., Гаврилова С.П., Захаров А.А. Палеозойский гранитоидный магматизм Центрально-Азиатского складчатого пояса. -Новосибирск, 1981. -315с.
8. Беличенко В.Г. Нижний палеозой Западного Забайкалья. -М., 1969. -206 с.
9. Беличенко В.Г. Каледониды Байкальской горной области. -Новосибирск, 1977. -433 с.

10. Бутов Ю.П., Занвилевич А.Н., Литвиновский Б.А. Проблема байкалитид в свете новых данных по стратиграфии и магматизму центральной части Байкальской горной области // Геотектоника. -1974. -№2. -С.60-71.
11. Рейф Ф.Г. Физико-химические условия формирования крупных гранитоидных масс Восточного Прибайкалья. -Новосибирск, 1976. -87с.
12. Литвиновский Б.А., Занвилевич А.Н., Алакшин А.М., Подладчиков Ю.Ю. Ангаро-Витимский батолит – крупнейший гранитоидный плутон. -Новосибирск, 1992. - 141 с.
13. Комаров Ю.В. Мезозойский внегеосинклинальный магматизм Западного Забайкалья. -Новосибирск, 1972. -147с.
14. Дворкин-Самарский В.А., Туговик Г.И. Верхнепалеозойский (кыджимитский) комплекс рудоносных гранитоидов в южной части Витимского плоскогорья // Геол. и геофизика. -1971. -№4. -С.37-46.
15. Карта магматических формаций юга Сибири и Северной Монголии. Масштаб 1:1500000. -М., 1989.
16. Дистанова А.Н. Раннепалеозойский гранитоидный комплекс Джидинского района (Юго-Западное Забайкалье) // Раннепалеозойские гранитоидные формации Западного Забайкалья и Кузнецкого Алатау. –Новосибирск, 1975. -С.49-123.
17. Гордиенко И.В., Андреев Г.В, Кузнецов А.Н. Магматические формации палеозоя Саяно-Байкальской горной области. -М., 1978. -220с.
18. Налётов П.И. Интрузивные горные породы центральной части Бурятской АССР. -М., 1962. -249 с.
19. Дворкин-Самарский В.А. Формации гранитоидов Саяно-Байкальской горной области. -Улан-Удэ, 1965. - 287с.
20. Хренов П.М. Каледонские магматические породы Саяно-Байкальской горной области и проблемы их металлогении // Проблемы тектоники. -М., 1961. -С.18-44.
21. Литвиновский Б.А., Занвилевич А.Н. К проблеме баргузинского и витимканского интрузивных комплексов // Палеозойские магматические формации Саяно-Байкальской горной области. -Улан-Удэ, 1972. -С.58-71.
22. Литвиновский Б.А., Занвилевич А.Н., Дворкин-Самарский В.А., Туговик Г.И. Среднепалеозойский магматизм Байкальской горной области // Изв. АН СССР. Сер.геол. -1979. -№5. -С.136-142.
23. Литвиновский Б.А., Посохов В.Ф., Занвилевич А.Н. Необычные Rb-Sr данные о возрасте двух эталонных щелочногранитоидных массивов Забайкалья // Геол. и геофизика. -1995. -№12. -С.65-73.
24. Великославинский Д.А. Краткий очерк геологического строения северо-восточной части Северо-Байкальского нагорья и сопоставление геологических данных с цифрами абсолютного возраста // Тр. IV сессии ком. по опред. абс. возр. геолог. формации. -М., 1957. – С.48-51.
25. Литвиновский Б.А., Занвилевич А.Н. Новые данные об Ангаро-Витимском батолите (Западное Забайкалье) // Докл. АН СССР. Сер. геол. -1972. - Т.203, №3. -С.654-657.
26. Ярмолюк В.В., Будников С.В., Коваленко В.И. и др. Геохронология и геодинамическая позиция Ангаро-Витимского батолита // Петрология. -1997. -Т.5. -С.451-466.
27. Жидков А.Я. Уникальное месторождение ультракалевых псевдолейцитовых сиенитов // Докл. АН СССР. -1963. -Т.152, № 2. -С.414-417.
28. Конев А.А. Комплекс щелочных, ультраосновных и основных горных пород Витимского плоскогорья. Геология СССР. Т.35. Бурятская АССР. Ч.1. - М., 1964. -С.434-440.
29. Литвиновский Б.А., Занвилевич А.Н., Летагин В.С. О вулкано-плутонической природе палеозойских гранитоидов юга Витимского плоскогорья // Геол. и геофизика. -1974. -№3. -С.57-63.
30. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Котов А.Б., Сальникова Е.Б. Ангаро-Витимский батолит: к проблеме геодинамики батолитообразования в Центрально-Азиатском складчатом поясе // Геотектоника. -1997. -№5. -С.18-32.
31. Литвиновский Б.А., Посохов В.Ф., Занвилевич А.Н. Новые Rb-Sr данные о возрасте позднепалеозойских гранитоидов Западного Забайкалья // Геол. и геофизика. -1999. -Т.40, № 5. -С.694-702.
32. Дворкин-Самарский В.А., Туговик Г.И. О возрасте магматических формаций Саяно-Байкальской горной области // Магматические формации Бурятии и связанные с ними полезные ископаемые -Улан-Удэ, 1966. -С 16-28.
33. Козубова Л.А., Миркина С.Л., Рублёв А.Г., Чухонин А.П. Радиологический возраст и особенности состава Чивыркуйского плутона (Байкальская горная область) // Докл. АН СССР. -1980. -Т.251, № 4. -С.948-951.
34. Никитин А.В, Чувашин А.А, Маркина Н.А, Патрахин Е.Г. Вещественные особенности и геодинамика формирования западноолинского комплекса (Западное Забайкалье) // Геологи XXI века: Матер. Всерос. научн. конфер. -Саратов, 2002. - С.47-50.
35. Ненахов В.М., Хрестенков П.А. К вопросу о генезисе щелочных комплексов Туркестано-Алая // Зап. ВМО. - 1988. -Вып.5. -С.587-594.
36. Неймарк Л.А., Рыцк Е.Ю., Ризванова Н.Г., Гороховский Б.М. О полихронности Ангаро-Витимского батолита по данным U-Pb метода по циркону и сфену // Докл. РАН. -1993. -Т. 333, № 5. -С. 634-637.
37. Будников С.В., Коваленко В.И., Ярмолюк В.В. и др. Новые данные о возрасте баргузинского гранитоидного комплекса Ангаро-Витимского батолита // Докл. РАН. -1995. -Т.344, № 3. -С. 377-380.
38. Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., В.П.Ковач В.П. и др. Источники фанерозойских гранитоидов Центральной Азии: Sm-Nd изотопные данные // Геохимия. -1996. - № 8. -С. 14-30.
39. Беличенко В.Г., Склярёв Е.В., Томуртоого О. Геодинамическая карта Палеоазиатского океана // Геол. и геофизика. -1994. -№7-8. -С.29-39.
40. Гордиенко И.В. Палеозойский магматизм и геодинамика Центрально-Азиатского складчатого пояса. -М., 1987. -238с.
41. Ярмолюк В.В., В.И.Коваленко, М.И.Кузьмин. Северо-Азиатский суперплум в фанерозое: магматизм и глубинная геодинамика // Геотектоника. -2000. -№ 5. -С.3-29.
42. Маркина Н.А., Никитин А.В., Патрахин Е.Г. Вещественные особенности гранитоидов витимканского комплекса и геодинамические условия их формирования (Западное Забайкалье) // Геологи XXI века: Матер. Всерос. научн. конф. -Саратов, 2002. – С.98-100.
43. Никитин А.В., Патрахин Е.Г. Палеозойский магматизм Западного Забайкалья (геология, вещественный состав, возраст и геодинамика формирования) // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. – 2002. - № 1.- С.150-163.
44. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Сальникова Е.Б. и др. Тектоно-магматическая зональность, источники магматических пород и геодинамика раннемезозойской Монголо-Забайкальской области // Геотектоника. - 2002. -№4. -С.42-63.