

Структура и эволюция Баджальского вулcano-плутонического ареала (Дальний Восток)

Баджальский вулcano-плутонический ареал – наиболее крупный элемент Сунхуацзян-Баджальской вулcano-плутоногенной системы – занимает в последней центральное положение. Его структурные элементы – вулканические прогибы, грабены и разломы (линейные и кольцевые). Ареал заложился в апте в виде системы грабенов, выполненных молассами и щелочными базальтоидами и возникших в процессе левосдвиговых перемещений по разломам «конского хвоста» области затухания сдвиговой системы Тан Лу. Развитие ареала завершилось в маастрихте формированием сводового поднятия и внедрением даек в трещины купола.

Ключевые слова: *Баджальский вулcano-плутонический ареал, вулканические прогибы, грабены, присдвиговые дуплексы.*

V. YU. ZABRODIN (ITiG FEB RAS)

Structure and evolution of the Badzhal volcano-plutonic belt (Far East, Russia)

The largest element of the Songhuajiang-Badzhhal volcanic-plutonic system, the Badzhhal volcanic-plutonic belt occupies the central position therein. Its structural elements are volcanic troughs, grabens, ring and linear faults. The volcanic-plutonic belt originated in the Aptian as a system of grabens, infilled by molasses and alkaline basaltoids, resulting from the left-lateral motion along the faults forming the “horse tail” termination of the Tan Lu fault system. Upwarped doming and dyke emplacement into the cracks of the dome completed the evolution of the belt in the Maastriichtian.

Key words: *the Badzhhal volcanic-plutonic belt, volcanic troughs, grabens, strike-slip duplexes.*

Введение. Еще во второй половине прошлого века сформировалось представление о том, что вулканические образования Приамурья, вместе со связанными с ними плутоническими, образуют пояс, или систему северо-восточного простирания (рис. 1, 2). Эта система с разных позиций рассмотрена в наиболее поздних работах [6–8]. В [8] она названа Хингано-Охотским ареалом, а в [7] – Сунхуацзян-Баджальской вулcanoгенно-плутоногенной системой. Последнее название более точное, поэтому именно оно используется в настоящей работе; включаемые в состав этой системы объекты – вулcano-плутонические ареалы (ВПА) – соответствуют материалам современных региональных работ [5, 23]. Сунхуацзян-Баджальская вулcanoгенно-плутоногенная система протягивается в северо-восточном направлении на расстояние около 1000 км при ширине до 150 км от северо-восточной окраины впадины Сунляо (басс. р. Сунгари) до низовьев р. Амур, где она ограничивается Лимурчанским глубинным разломом. В состав этой системы (по [6] с учетом материалов [5, 23]) входят вулcano-плутонические ареалы: Сунхуацзян, Хингано-Олонойский, Бирско-Белоянский, Баджальский, Мяо-Чанский и Эвурский (рис. 2). Центральное место занимает Баджальский ВПА, наиболее крупный по площади. Установлено, что время заложения вулcano-плутонических ареалов закономерно меняется с юго-запада к северо-востоку – от поздней юры в ВПА Сунхуацзян до берриаса-валанжина в Хингано-Олонойском ВПА, апта

в Бирско-Белоянском, апта-альба в Баджальском и первой половине позднего мела – в Эвурском. Из этой закономерности выбивается Мяо-Чанский ВПА, основание которого представлено ниже-меловой терригенной молассой; в этом ВПА вулканизм имеет антидромную направленность. Вулканические процессы завершаются примерно на одном возрастном уровне – в начале позднего мела, а внедрение дайковых комплексов в маастрихте свидетельствует о финале магматизма в целом. О геодинамической позиции Сунхуацзян-Баджальской вулcanoгенно-плутоногенной системы нет единой точки зрения [8]. Вполне разумным выглядит предположение, что формирование такой линейной зоны проходило в более или менее единой тектонофизической обстановке господствующего растяжения. Учитывая положение и размеры Баджальского ВПА, резонно попытаться установить тектонофизическую обстановку в первую очередь именно для этого объекта. Это и является целью настоящей работы. Необходимость ее определяется еще и следующими соображениями.

Довольно давно установлена оловоносность Баджальского ВПА, а впоследствии в его пределах выявлены крупное Правоурмийское месторождение и большое количество более мелких объектов (Болторо, Лошадиная Грива, Кэдэн и др.). Поэтому Баджальский ВПА и прилегающие территории были изучены геолого-съёмочными работами м-ба 1:50 000 (Б. И. Бурдэ и др., 1960 г.; А. И. Буханченко и др., 1981 г.; В. А. Евтушенко,

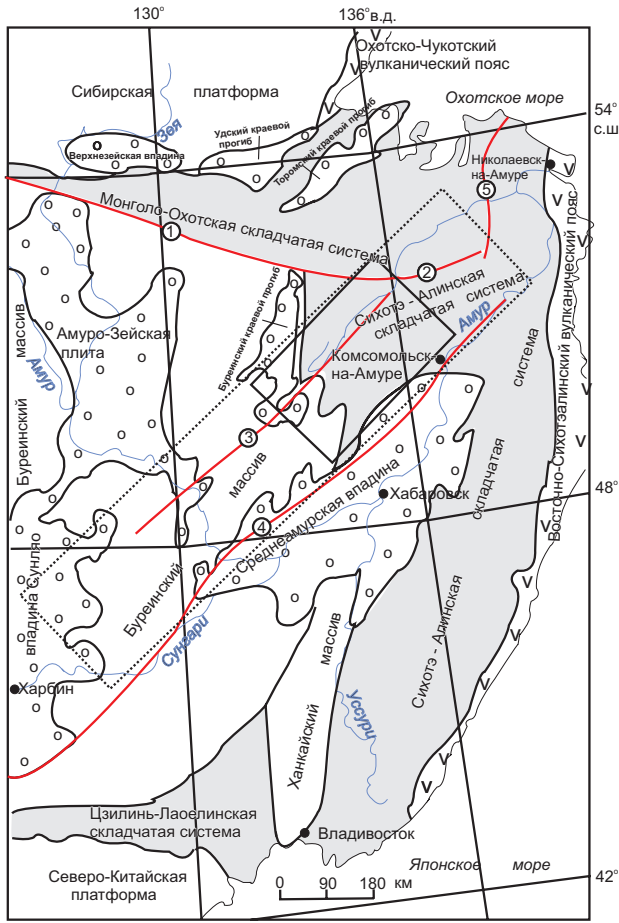


Рис. 1. Положение Сунхуацзян-Баджальской вулканогенно-плутоногенной системы и Баджальского ВПА в общей структуре Востока Азии по [26] с изм.

1 – глубинные разломы (1 – Южно-Тукурингрский, 2 – Пауканский, 3 – Хинганский, 4 – Итунь-Илань, 5 – Лимурчанский); 2 – приблизительное положение территории Сунхуацзян-Баджальской вулканогенно-плутоногенной системы; 3 – приблизительное положение территории Баджальского ВПА

1960 г.; В. Ю. Забродин и др., 1990 г.; О. Ф. Колодезный и др., 1963, 1965, 1967, 1970, 1973, 1983 г.; В. И. Корниенко и др., 1965, 1968, 1974 г.; Н. К. Крутов, 1967 г.; Н. П. Лошак, В. Ф. Морозова, 1966 г.; А. Ф. Майборода и др., 1966, 1972, 1973, 1978, 1980 г.; П. П. Максимов и др., 1981 г.; В. А. Моркунас и др., 1971 г.; Ю. Г. Морозов и др., 1964, 1966 г.; В. Ф. Морозова, Л. И. Бородин, 1979, 1983 г.; Н. Г. Осипов, 1973 г.; Н. Г. Осипов, Е. А. Тиньков, 1970 г.; Ю. Ф. Сидоров и др., 1981 г.; Е. А. Тиньков и др., 1985 г.; В. А. Чухарев, З. П. Корниенко, 1963, 1964, 1965, 1967, 1969 г.), поисковыми и геолого-разведочными работами (В. Я. Беспалов, 1970 г.; В. Я. Беспалов и др., 1973 г.; А. И. Богданов и др., 1974, 1977 г.; М. И. Гарусов, С. А. Ефименко, 1984 г.; С. А. Ефименко, 1980 г.; В. М. Запорожцев, 1983 г.; В. А. Захаров, Л. Н. Ефремова, 1980 г.; А. И. Лобов, 1990 г.; П. М. Ларионов и др., 1966; А. В. Марейчев, 1970 г.; В. А. Марьин, 1972, 1978 г.; Г. И. Редченко, 1964 г.; Г. А. Ткаченко, 1985, 1990, 1999 г.; Н. А. Шавкунов, П. К. Конюх, 1991 г.; Н. А. Шавкунов, 1993 г.; и др.), а также геофизическими, тематическими и др. [3, 20, 21, 24, и др.]. В 1980–90 гг. территория Баджальского ВПА была изучена в процессе ГДП-200 в рамках научно-производственной программы «Баджало-Комсомольский полигон», проведенной Хабаровским государственным горно-геологическим предприятием (В. И. Анойкин и др., 1988–93 гг.; В. Ю. Забродин и др., 1998, 2004 г.) с участием ВСЕГЕИ (Е. М. Заблоцкий и др., 1989 г.). Материалы всех этих работ были интерпретированы и соединены на листах Государственной геологической карты РФ м-ба 1:200 000 второго поколения (ГГК-200/2) [1, 2, 10–15]. В итоге изложение геологического строения Баджальского ВПА оказалось разделенным между 8 листами ГГК-200/2, а один небольшой фрагмент вообще имеется только на листе Геологической карты СССР первого поколения [9]. Сводное изображение территории Баджальского ВПА приведено на листе М-53 современной Государственной геологической карты РФ м-ба 1:1 000 000 третьего издания (ГГК-1000/3) [5], однако при подготовке к изданию этого листа

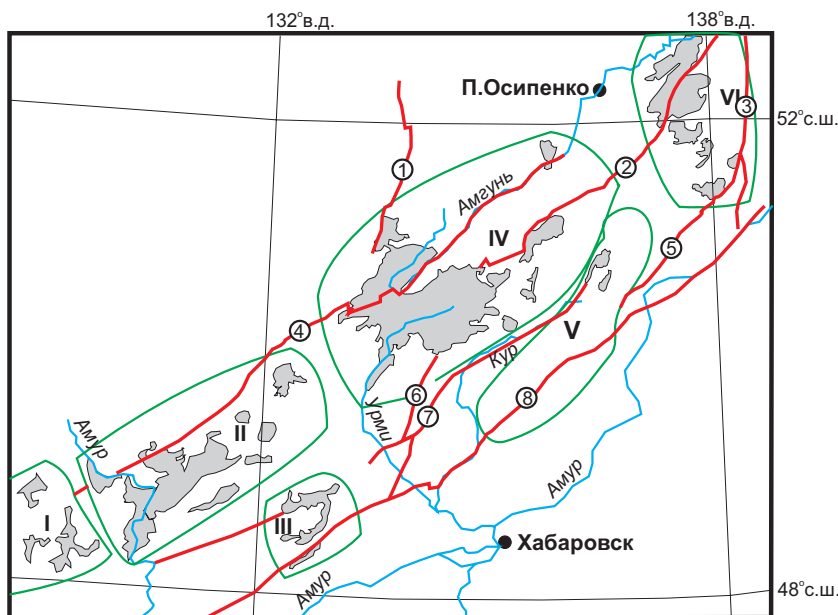


Рис. 2. Сунхуацзян-Баджальская вулканогенно-плутоногенная система по [6, 23] с изм. и доп.

1 – вулканогенно-плутонические ареалы (I – Сунхуацзян, II – Хингано-Олонойский, III – Бирско-Белоянский, IV – Баджальский, V – Мяо-Чанский, VI – Эвурский); 2 – основные разломы (1 – Тастахский, 2 – Дукинский, 3 – Лимурчанский, 4 – Хинганский, 5, 7 – Харпийский, 6 – Уликинский)

были проигнорированы результаты ГГК-200/2, а в Объяснительной записке к карте характеристика Баджальского ВПА очень скудная. Поэтому, несмотря на доступность материалов ГГК-200/2, хотя бы краткое сводное описание этого объекта представляется необходимым. Главным является рассмотрение структуры ВПА, возможных путей его образования и эволюции.

Краткая геологическая характеристика Баджальского ВПА. Рассматриваемый вулканоплутонический ареал заложился на гетерогенном фундаменте. Западный фланг его располагается на Буреинском массиве и его пограничной системе, представленной краевым швом (Тастахским разломом), Чегдомыным, Гуджальским и Сынчугинскими краевыми поднятиями, Урмийским краевым прогибом и Верхнебуреинской, Гуджикской и Сивакской впадинами Буреинского краевого

прогиба (рис. 3) [16]. Большая часть Баджальского ВПА налегает на складчатые сооружения Сихотэ-Алинской системы, представленной Баджало-Горинской структурно-формационной зоной [23]. Последняя разделена на Амгуньскую и Горинскую подзоны. Кроме того, отдельно выделяются Верхнебуреинская подзона Баджало-Горинской зоны, а в пределах Горинской подзоны – Курско-Горинская покровно-складчатая зона, Большеэльгинский аллохтон и Малмыжские аллохтоны [1, 14, 15]. К началу формирования Баджальского ВПА (апт) этот фундамент был консолидирован.

Основными структурными элементами Баджальского ВПА являются вулканические прогибы – Баджальский и Льянчлинский, интрузивные массивы, дизъюнктивы и их системы (рис. 3). Поскольку тектоника плутонических интрузивов специально не изучалась, ниже они не рассматриваются.

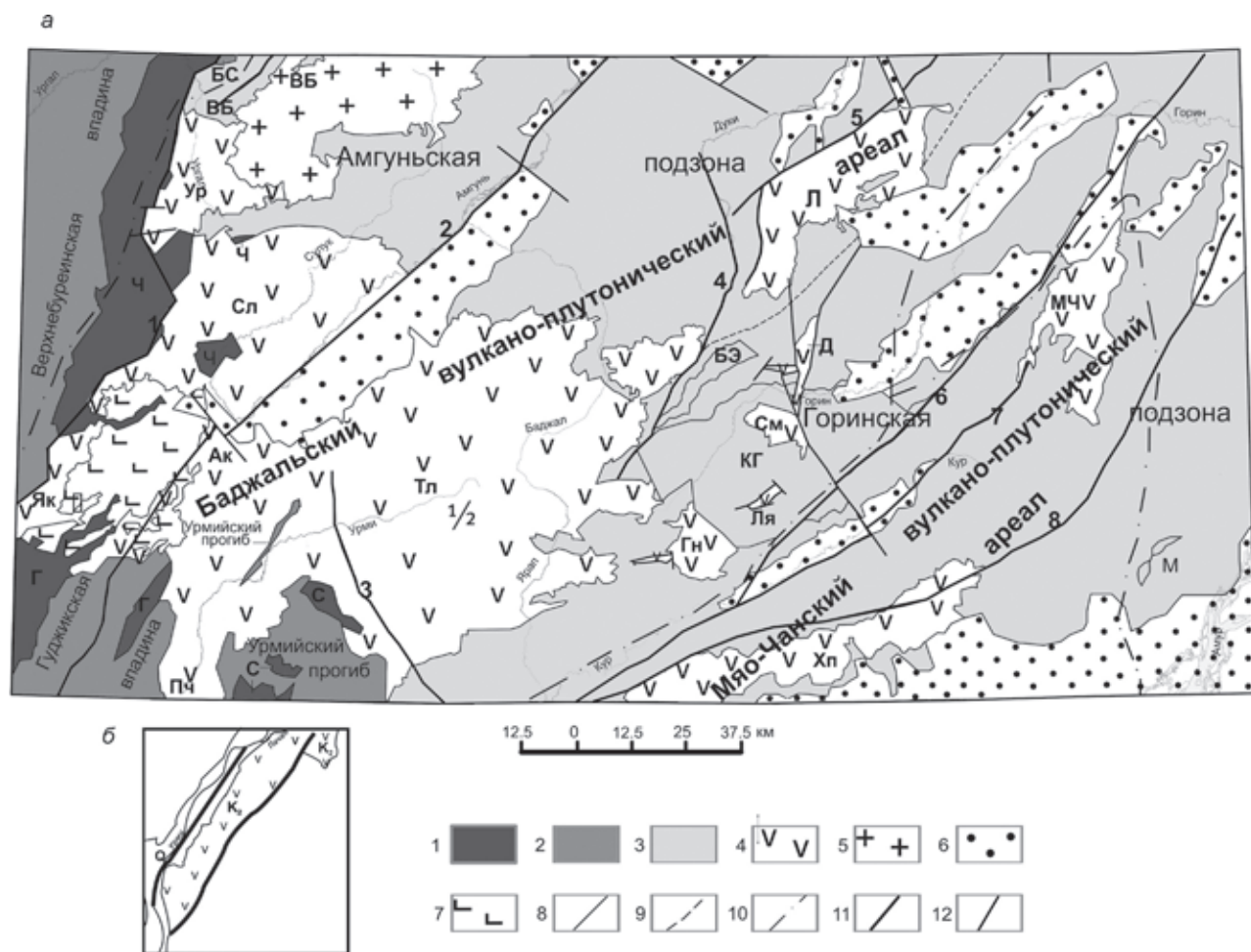


Рис. 3. Тектоническая схема Баджальского ВПА и окружающих территорий (по материалам Государственной геологической карты РФ м-ба 1 : 200 000 [1, 2, 10–16]) – а, южная часть Пачанского грабена по [9] – б

Буреинский массив: 1 – краевые поднятия (Ч – Чегдомынное, Г – Гуджальское, С – Сынчугинское); 2 – краевые прогибы (в том числе БС – Сивакская впадина Буреинского прогиба); 3 – Сихотэ-Алинская складчатая система (в том числе ВБ – Верхнебуреинская подзона Баджало-Горинской структурно-формационной зоны, КГ – Курско-Горинская покровно-складчатая зона, БЭ – Большеэльгинский аллохтон, М – Малмыжские аллохтоны); 4 – вулканоплутонические ареалы: Баджальский ВПА (Баджальский вулканический прогиб, вулканотектонические депрессии – Ур – Ургальская, Сл – Сулукская, Тл – Талиджакская, Ак – Аякитская, См – Самармакитская, Гн – Гоинская, Як – Яктанская впадина; грабены: Д – Датунинский, Ля – Левоякунинский, Пч – Пачанский; Л – Льянчлинский вулканический прогиб); Мясно-Чанский ВПА (МЧ – Мясно-Чанский вулканический прогиб, Хп – Харпийская вулканотектоническая структура); 5 – Дуссеалинский батолит; Восточно-Азиатский рифтовый пояс: 6 – кайнозойские впадины; 7 – Аякитское базальтовое плато; 8 – границы между структурными элементами; 9 – граница между структурно-формационными подзонами; 10 – границы вулканоплутонических ареалов; 11 – основные дизъюнктивы (1 – Тастахский, 2 – Амгуньский, 3 – Куканский, 4 – Дарьинский, 5 – Эксинский, 6 – Мясно-Чанский, 7 – Курский, 8 – Восточный); 12 – прочие дизъюнктивы

Основание вулканических прогибов слагают молассовые формации, представленные в абсолютном большинстве случаев континентальными образованиями урмийской свиты (апт–альб – возраст образований Баджальского ВПА приводится по материалам ГГК-200/2; для целей настоящей работы достаточно того, что верхний предел его не выходит за границу позднего мела). В ее составе преобладают разнозернистые аркозовые и грауваквовые песчаники с пластами и прослоями алевролитов и аргиллитов, пачками их тонкого переслаивания между собой, линзами мелкогалечных конгломератов и каменных углей. В основании разреза нередко присутствуют базальные конгломераты. Галька и валуны в конгломератах имеют хорошую или среднюю степень окатанности и представлены преимущественно гранитоидами и метаморфическими породами. В юго-восточной части Баджальского прогиба место урмийской свиты (на очень ограниченных площадях) занимает малоджакуньская толща того же возраста, вместе с субвулканическими образованиями образующая малоджакуньский вулканический комплекс; последний совместно с плутоническими коагматами входит в состав даянской вулканоплутонической ассоциации. Сложена толща конгломератами, туфоконгломератами, туфогравелитами, туфопесчаниками, лавобрекчиями и туфами щелочных базальтов. Нижнемеловые отложения местами согласно, а большей частью несогласно перекрываются альб–сеноманской лакской толщей. В Баджальском вулканическом прогибе в составе ее преобладают конгломераты и туфоконгломераты с различной размерностью гальки и валунов, реже встречаются туффиты, гравелиты, песчаники, алевролиты и аргиллиты, их туфогенные разности, андезиты и их туфы, туфы риолитов и дациандезитов, риолиты – все они залегают почти горизонтально или с наклоном (до 60°) к центральному частям вулканических прогибов и грабенов. В Льянчлинском вулканическом прогибе в составе толщи в близких соотношениях присутствуют осадочные и вулканические образования, представленные чередующимися пластами туфоконгломератов, конгломератов, туфов и игнимбритов риолитов, риодацитов и дацитов, риолитов и туффитов. Сравнительно редко встречаются маломощные пласты и линзы туфопесчаников, песчаников, туфогравелитов, конглобрекчий и алевролитов. На лакской толще согласно залегают сулукская: субгоризонтально, полого погружаясь по направлению к центральным частям вулканотектонических структур. В составе толщи повсеместно преобладают андезиты и дациандезиты, их туфы и лавобрекчии, спорадически встречаются игнимбриты и туфы дацитов. Обычно в низах толщи доминируют туфы дациандезитов, в верхах – андезиты и их лавобрекчии. Хотя толща датирована сеноманом, близость петрографического состава отложений лакской и сулукской толщ и одинаковый (практически) состав флористических комплексов в них свидетельствует об искусственности их разделения. Выше – местами согласно, местами с перерывом – залегают онкондинская толща, сложенная в основном игнимбритами, туфами, реже лавами риолитов, риодацитов и дацитов с антидромной в общем последовательностью пород, по соотношениям которых делится на две подтолщи. В низах толщи спорадически появляются линзы

туфоконгломератов, туфопесчаников, туффитов и других вулканогенно-осадочных и осадочных пород. Относительные количества пород в разных частях Баджальского ВПА сильно колеблются. Условно толща считается туронской. Самая верхняя гербинская толща распространена только в Талиджакской вулканотектонической депрессии Баджальского вулканического прогиба. Она согласно перекрывает онкондинскую толщу, занимая по сравнению с последней несколько меньшую площадь. Отличительной особенностью данных образований является пестрота разрезов с частой перемежаемостью пластов игнимбритов и туфов кислого состава и большим разнообразием структурно-текстурных разностей и цветовой гаммы пород. Доминирующие в толще порфирокластические игнимбриты относительно легко диагностируются по насыщенности кристаллокластами кварца (25–30%). В целом нижняя часть толщи имеет преимущественно кислый, а верхняя – умеренно кислый составы. Толща условно датируется второй половиной позднего мела.

Раннемеловые интрузивные образования объединены в даянскую вулканоплутоническую ассоциацию, включающую субвулканические фации малоджакуньского комплекса щелочных базальтоидов, даянский комплекс щелочных габброидов и дайки щелочных граносиенит-порфириров. Субвулканические образования – ультраосновные фойдиты, щелочные базальты, трахиты, пикриты – распространены исключительно на юго-восточном фланге Баджальского вулканического прогиба в пределах ослабленной области, разбитой многочисленными разноориентированными дизъюнктивками, в том числе и теми, вдоль которых заложены грабены, выполненные образованиями малоджакуньской толщи. По мнению А. И. Лобова с соавторами (1990 г.), большинство интрузивных тел является трубками взрыва. В современном эрозионном срезе они имеют вид овальных (1–2 × 0,5–0,7 км) или линейно-вытянутых (2–2,5 × 0,2–0,5 км) тел субширотной ориентировки, либо мелких штоков (до 0,5 км²). Даянский комплекс включает в себя щелочные габбро, монзониты, щелочные сиениты, щелочные сиенит-порфиры Левоярапского массива и дайки щелочных габброидов. Дайки щелочных граносиенит-порфириров имеют субширотное простирание. Возраст комплекса, по данным К-Аг датировок, составляет 126–100 млн лет.

Субвулканические образования сулукского комплекса представлены андезитами и дациандезитами, кварцевыми диоритами и кварцевыми диорит-порфиритами. Онкондинский комплекс включает субвулканические, экструзивные и жерловые коагматы покровных вулканитов одноименной толщи, сформированные в 2 фазы. Радиологический возраст образований составляет 110–67 млн лет (К-Аг). Гербинский комплекс представляют субвулканические и экструзивные риодациты и риолиты, риолиты и игнимбриты риолитов, жерловые риолиты, риодациты, их лавобрекчии, игнимбриты и туфы, эксплозивные брекчии, коагматичные покровным эффузивам гербинской толщи, слагают как крупные субвулканические массивы, так и ряд более мелких многообразных по форме и размерам тел. Крупные тела имеют округлые в плане очертания и достигают 28 км в поперечнике. Это, по-видимому, лакколитоподобные интрузивы. По данным К-Аг определений, возраст комплекса – 98–80 млн лет.

Позднемеловые плутонические образования относятся к гранодиорит-гранитовой формации, выделяемой в качестве пятифазного баджало-дуссеалинского комплекса, тела которого дифференцированы в гомодромной последовательности от габбро до лейкогранитов. Изотопные датировки (K-Ar — от $70 \pm 3,5$ до 98 ± 4 млн лет, Rb-Sr первой фазы — 94–92 млн лет) интрузивных образований соответствуют позднему мелу. Курунский комплекс малых интрузивов завершает развитие Баджальского ВПА. Дациты, эксплозивные брекчии дацитов, андезиты и андезибазальты, кварцевые диорит-порфиры, диорит-порфиры, дациандезиты, одиниты, спессартиты, долериты, гранодиорит-порфиры широко распространены в пределах Баджальского ВПА и вне его. Отнесение этих образований к единому комплексу требует дополнительного обоснования и не исключено, что часть из них принадлежит завершающим фазам баджало-дуссеалинского комплекса. Некоторые из интрузивных тел определенно имеют форму подводящих каналов и эффузивное выполнение, однако связанные с ними покровные фации эффузивов не выявлены. Комплекс условно датируется маастрихтом.

Структура Баджальского ВПА. Баджальский вулканический прогиб. В структурном плане прогиб представляет систему грабенов и вулкано-тектонических депрессий (впадин), разделенных поднятиями; строение последних практически не изучено. Грабены, располагающиеся в основании прогиба, выполнены верхней угленосной и щелочно-базальтоидной формациями (урмийская свита и малоджиакунский вулканический комплекс).

Датунинский грабен сформировался в основном вдоль крупного Самармакийского сброса северо-восточного простирания, на современном эрозионном срезе являющегося его восточным бортом; западным бортом служит небольшой дизъюнктив, параллельный Самармакийскому разлому и, видимо, более молодой. Длина грабена около 20 км, максимальная ширина достигает 4 км. Грабен выполнен вулканогенной и угленосной терригенной молассами, образующими пологую асимметричную конседиментационную синклинали с более крутым восточным крылом. Углы наклона крыльев ее не превышают 25° ; восточное крыло частично срезано при обновлении дизъюнктивов в кайнозое. По-видимому, этот грабен входил в систему грабенов, с которых началось формирование Баджальского ВПА, о чем свидетельствует не только присутствие моласс под эффузивными формациями в Льянчлинском вулканическом прогибе, но и широкий «отросток» Датунинского грабена.

Левоякунский грабен северо-восточного простирания имеет размеры $8 \times 2,5$ км. Это, видимо, сохранившийся от эрозии фрагмент значительно более крупного сооружения. Грабен выполнен верхней вулканогенной молассой (малоджиакунская толща), в нижней части которой залегает щелочно-базальтовая формация. Эти формации слагают две асимметричные коробчатые синклинали (сохранились только их замыкания), разделенные брахиантиклиналью. Северо-западные крылья складок очень крутые (до 80°), юго-восточные — пологие, с углами погружения до 30° . Складки, видимо, в основном конседиментационные, усложненные впоследствии в результате подвижек по зонам дизъюнктивов.

Пачанский грабен северо-восточного простирания имеет размеры 25×10 км. Структура его не изучена. Грабен связан с разломами преимущественно сбросового характера. Западнее Пачанского выделяется система небольших грабенов такого же простирания. В основании выполнения грабенов залегает угленосная моласса, перекрытая вулканогенной молассой (урмийская свита и сулукская толща).

Особенности пространственного расположения грабенов позволяют предположить, что именно они являются основанием, на котором началось формирование Баджальского вулканического прогиба. Чрезвычайно важным фактом в истории развития прогиба является то, что на начальном этапе образовалась формация щелочных базальтоидов — свидетельство зарождающегося континентального рифта.

Талиджакская вулкано-тектоническая депрессия — наиболее крупная и лучше других изученная в составе Баджальского вулканического прогиба; частями ее фактически являются Сулукская и Аякитская вулкано-тектонические депрессии (именно эти три вулкано-тектонические депрессии в литературе обычно были известны как Баджальский вулканоген). Ургальская, Самармакийская и Гоинская депрессии, значительно меньшие по размерам, окружают Талиджакскую по периферии. Талиджакская депрессия — структура центрального типа, частично ограниченная дуговыми разломами, вдоль которых на поверхность выведен ее фундамент. В пределах депрессии выделяется ряд структурных элементов II порядка — Гербинская, Куркальгу-Макитская, Куркальгинская, Верхнеурмийская, Правосюигачанская палеокальдеры, Урмийское вулкано-плутоническое поднятие, отдельные вулканические аппараты. Кроме того, не очень отчетливо выделяются линейные вулкано-плутонические поднятия, видимо, связанные с субширотными дизъюнктивами (Ось Баджала в центральной части депрессии, Сюигачанское поднятие на южном фланге).

Гербинская палеокальдера в плане представляет почти правильный круг диаметром около 10 км, ограниченный дуговыми дизъюнктивами, плоскости сместителей которых наклонены к центру кальдеры. Вдоль разломов внедрились мелкие штокообразные тела и дайки гранит-порфиров. По периферии кальдеры неширокой (1–2 км) полосой протягиваются выходы эффузивов покровных фаций, имеющие центриклинальное падение под углами 10° – 45° . В центральной части палеокальдеры локализован субвулканический Гербинский массив, прорванный многочисленными крутопадающими телами гранит-порфиров.

Куркальгу-Макитская палеокальдера в плане имеет форму почти правильного круга диаметром около 12 км. Центральная часть ее сложена субвулканическими риолитами и дацитами, перекрытыми их покровными коагматами. Периферию, особенно кольцевой вал, слагают тела эффузивов покровных фаций, центриклинально падающие под углами 10° – 30° . В сложении вала участвуют и пермские образования фундамента Баджальского ВПА.

Урмийское поднятие (около 600 км^2) расположено в междуречье Урми–Анник. Ядро его занимает Верхнеурмийский массив гранодиорит-гранитовой формации. На востоке и юго-востоке поднят границит с *Верхнеурмийской* и *Правосюигачанской*

палеокальдерами. Углы падения покровных фаций, слагающих крылья поднятия, составляют 15° – 30° . На северной периферии поднятия (басс. рек Ирунда и Ирунда-Макит) выделяются небольшие (6 – 10 км²) палеокальдеры. Их центральные части представлены воронкообразными с крутым (60° – 80°) центриклинальным падением флюидальности телами литокристаллокластических игнимбритов риодацитов, а краевые – несколькими последовательно сменяющимися покровами, наклоненными к центру под углами 15° – 20° . Палеокальдеры ограничены кольцевыми разломами. Многочисленные субвулканические тела риодацитов, штоки и дайки гранит-порфиров, приуроченные к краевым частям Урмийского поднятия, очевидно, фиксируют положение отдельных вулканических построек.

Аякитская вулcano-тектоническая депрессия, расположенная в басс. рек Лака, Кентур, Урмийская Лака, верховьях р. Гуджал, на поверхности имеет форму вытянутого в северо-восточном направлении овала. На юго-западе и северо-востоке ограничения ее дизъюнктивные, на северо-западе она перекрыта покровом кайнозойских базальтов Аякитского плато. Периферические части ее сложены вулканогенной молассой и андезитовой формацией (сулукская и онкондинская толщи), основной же объем – двумя покровами риолитовой формации (гербинская толща). Депрессия осложнена Лакинским и Кентурским поднятиями, Перевальным грабеном и Онкондинским горстом.

Ургальская и Сулукская вулcano-тектонические депрессии, разделенные выходом складчатых образований фундамента, имеют ряд общих черт строения. Границы депрессий со складчатым фундаментом дизъюнктивные. В распространении слагающих депрессии формаций устанавливается единая закономерность: во внешних частях присутствует континентальная моласса с незначительным количеством эффузивов, ближе к центру сменяющаяся покровами андезитов и риолитов. Углы падения покровов по направлению к центрам депрессий увеличиваются от 5° до 35° . В этом же направлении увеличивается мощность покровных фаций и изменяется состав субвулканических образований: во внешних зонах депрессий наблюдаются субвулканические образования только среднего и умеренно кислого составов, соответствующие покровам андезитов, в центральных же частях – кислого и умеренно кислого составов, отвечающие покровам риолитов. В целом субвулканические интрузивы приурочены к зонам сравнительно крупных хрупких дизъюнктивов. В центральной части Сулукской депрессии выделяется горст северо-восточного простирания длиной 11 км и шириной 3 – 5 км, сложенный образованиями докембрия и позднего палеозоя. В пределах депрессий меловые осадочно-вулканогенные формации смяты в широкие ($1,5$ – 2 км) простые складки.

Гоинская вулcano-тектоническая депрессия – грубо изометричная в плане единая палеокальдера диаметром около 15 км. Основание постройки сложено вулканогенной молассой, выходы которой на дневную поверхность известны в северо-западной части депрессии; выше нее залегают андезитовая, дацитовая и риолитовая формации. В целом палеокальдера представляет брахисинклинали, крылья которой погружаются под углами 15° – 35° . Центральная часть палеокальдеры, кото-

рой отвечает понижение и в современном рельефе, занята довольно крупным лополитом субвулканических дацитов. Структура палеокальдеры усложнена внутренними валами (верховья р. Еранна) и погружениями (междуречье Джакунь–Прав. Якунь), а также остатками палеовулканов, фиксируемыми образованиями жерловой фации.

Самармакийская вулcano-тектоническая депрессия имеет несколько большие размеры, чем Гоинская, и принципиально такое же строение, но значительно хуже сохранилась.

Из изолированных впадин периферии Баджальского вулканического прогиба наиболее изучена **Яктанская**, перекрывающая сочленение Чегдомынского и Гуджальского краевых поднятий Буреинского массива. Простирание ее северо-восточное, длина 24 км, ширина 4 – 8 км. Это пологая синклиналиная складка, сложенная покровами андезитовой и риолитовой формаций с углами погружения крыльев 10° – 15° , а у зон разломов углы падения пород возрастают до 50° . По обрамлению впадины широко распространены субвулканические интрузивы, ориентированные согласно ее простиранию.

Льянчлинский вулканический прогиб в значительной степени эродирован. Судя по сохранившимся выходам осадочных и покровных эффузивных формаций, он представляет впадину, центральная часть которой занята крупным достаточно сложнопостроенным субвулканическим интрузивом. Состав и структура формаций свидетельствуют о том, что Льянчлинский прогиб ранее составлял единое целое с Баджальским; единая некогда вулканогенно-тектоническая структура разорвана и смещена по Дарьинскому разлому.

Дизъюнктивы. Крупные дизъюнктивы ранга глубинных разломов, принадлежащие собственно Баджальскому ВПА, выявляются с трудом, так как большая часть их была подновлена при формировании кайнозойского Восточно-Азиатского рифтового пояса (таков, например, *Амгунский глубинный разлом*, по-видимому, на меловом этапе бывший одним из основных каналов проникновения вулканических образований). Несомненно, активные движения в поздне меловую эпоху были и по зоне *Хинганского глубинного разлома*, в которой локализованы многочисленные мелкие интрузивные тела баджало-дуссеалиньского комплекса.

Из крупных дизъюнктивов, достаточно уверенно связываемых с Баджальским ВПА, заметную роль играют Эксинский и Дарьинский разломы. *Эксинский разлом*, сменивший в позднем мелу знак движений, определил вытянутую в северо-восточном направлении форму Льянчлинского вулканического прогиба; по зоне его внедрились многочисленные дайки баджало-дуссеалиньского и курунского комплексов. *Дарьинский разлом* северо-восточного близкого к меридиональному простирания в пределах района имеет длину около 50 км. Зона его шириной до 200 м выполнена дробленными и рассланцованными породами. Этот крутопадающий дизъюнктив служит восточным ограничением Баджальского вулканического прогиба и западным – Льянчлинского. Анализ геологической ситуации наводит на мысль, что Дарьинский разлом – левый сдвиг со значительной раздвиговой составляющей, по которому разорвана и смещена единая вулканогенно-тектоническая структура, ныне представляющаяся как две самостоятельные.

Безоговорочная интерпретация этого дизъюнктива именно как сдвига, к сожалению, не может быть подкреплена надежной идентификацией геологических тел в разных крыльях. Время активных движений по Дарьинскому разлому достаточно уверенно устанавливается по его взаимоотношениям с интрузивами баджало-дуссеалинского комплекса: он нарушает и смещает тела 2-й фазы комплекса, а дайки 4-й фазы уже используют зону разлома для внедрения. Самармакийский разлом фрагментарно прослеживается в северо-восточном направлении от р. Колбакан до р. Датуна. Для большей части этого разлома кинематический тип не установлен, но его северный отрезок имеет отчетливо выраженный раздвиговой характер, так как к нему приурочен Датунинский грабен шириной около 2 км.

Из второстепенных дизъюнктивов, не играющих существенной роли в структуре Баджальского ВПА, но являющихся рудоконтролирующими, следует отметить *Андезитовый* и *Дайковый*. В первом локализовано месторождение Лошадиная Грива, со вторым связан целый ряд проявлений олова. Дайковый разлом протяженностью около 20 км имеет крутое (75°) юго-восточное падение; для него характерна существенная (десятки метров) раздвиговая амплитуда, в связи с чем на значительном протяжении зона его выполнена дайками. По мнению В. Я. Беспалова (1981 г.), по этому разлому, наряду с Дарьинским, частично происходило проседание фундамента Баджальского вулканического прогиба. Близкий характер имеет и Андезитовый разлом субвертикального залегания (с отклонениями до 15° в ту или другую стороны). Зона его шириной 200–1000 м также выполнена дайками, разделенными плитообразными телами вмещающих покровных эффузивов, а в разрезе дайки образуют веер, сходящийся книзу.

В пределах Баджальского ВПА широко проявлены системы кольцевых и радиальных дизъюнктивов. Кольцевые дизъюнктивы, зачастую служащие ограничениями вулканических структур второго порядка, как правило, имеют сбросовый или взбросовый характер. Они нередко выполнены дайками разного состава, преимущественно гранит-порфирами. По наиболее крупным из взбросов (басс. верхнего течения р. Ярап и др.) на поверхность выведены породы фундамента зоны. Для радиальных разломов обычны, наряду с вертикальными, и сдвиговые перемещения. По-видимому, Баджальскому ВПА принадлежат сдвиги юго-юго-восточного направления, смещающие к востоку выходы пород комплекса основания Буреинского массива и чехла Буреинского прогиба.

Представляет также значительный интерес северо-западная зона повышенной трещиноватости (правда, довольно слабо выраженной в поверхностной структуре), ширина которой между реками Якунь и Санарбакит превышает 17 км (рис. 4). В этой зоне локализовано абсолютное большинство тел покровных вулкаников и трубок взрыва малоджакуньского комплекса (включая Левоякуньский грабен).

Наряду с описанными элементами, в структурный парагенезис Баджальского ВПА входят небольшие (до 1–2 км в диаметре) криптоэксплозивные вулканоструктуры, приуроченные к крупным разрывам. Все указанные выше особенности тектоники Баджальского ВПА (широкое развитие разномаштабных дизъюнктивов различных кинематических типов, большое количество разномаштабных интрузивов, большинство которых имеет малые размеры, довольно напряженная складчатость в грабенах) позволяют отнести ее структурный парагенезис к высшей тектоноформации эпизоны по Е. И. Паталахе [22].

Возможные условия заложения Баджальского ВПА. Каналами, выводящими на земную поверхность огромные объемы магматического расплава, очевидно, служат зоны крупных дизъюнктивов. Посмотрим, какие из показанных на геологических картах разрывов могут играть такую роль. На рис. 5 отображены практически все разломы, изображенные на картах ГГК-200/2 (рис. 5, а) и ГГК-1000/3 (рис. 5, б). Рисунок дизъюнктивов на картах разных масштабов существенно различен, во многих случаях не совпадают не только названия разломов, но и положения тех из них, которые имеют одинаковые названия. Проблема эта обсуждалась мной в монографии [17]. Она имеет философские основания и связана с общей проблемой восприятия исследователем природной реальности. Поскольку за плечами у каждого геолога стоит обучение в ВУЗе и следование определенным (не всегда ясно осознаваемым) методологическим и теоретическим ориентирам, геологическую реальность в картографической и иных моделях геологи-съемщики отображают по-разному. В частности, в большинстве случаев мощную зону разлома отображают каким-либо из краевых дизъюнктивов (к тому же реконструированному из отдельных фрагментов); реже пытаются отобразить положение магистрального разрыва. Поэтому, например, разломы, названные Хинганским и Амгуньским, являются скорее всего элементами одной и той же мощной зоны глубинного разлома. Поскольку в монографии [17] было принято, что на карте разломов нужно ориентироваться на ГГК-1000/3, этот разлом следует называть Хинганским.

Несмотря на все расхождения в изображении разломов на ГГК-1000/3 и ГГК-200/2, отчетливо заметно общее между ними: резкое преобладание разломов северо-восточного простирания

матических типов, большое количество разномаштабных интрузивов, большинство которых имеет малые размеры, довольно напряженная складчатость в грабенах) позволяют отнести ее структурный парагенезис к высшей тектоноформации эпизоны по Е. И. Паталахе [22].

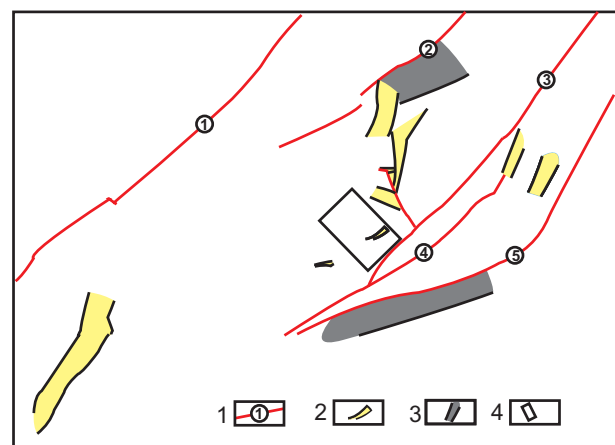


Рис. 4. Левые сдвиги и структуры растяжения в пределах Баджальского ВПА

1 – левые сдвиги (1 – Хинганский, 2 – Дукинский, 3 – Мяо-Чанский, 4 – Курский, 5 – Восточный); 2 – грабены; 3 – присдвиговые дуплексы; 4 – примерное расположение зоны повышенной трещиноватости, в которой локализованы покровные вулканики и трубки взрыва

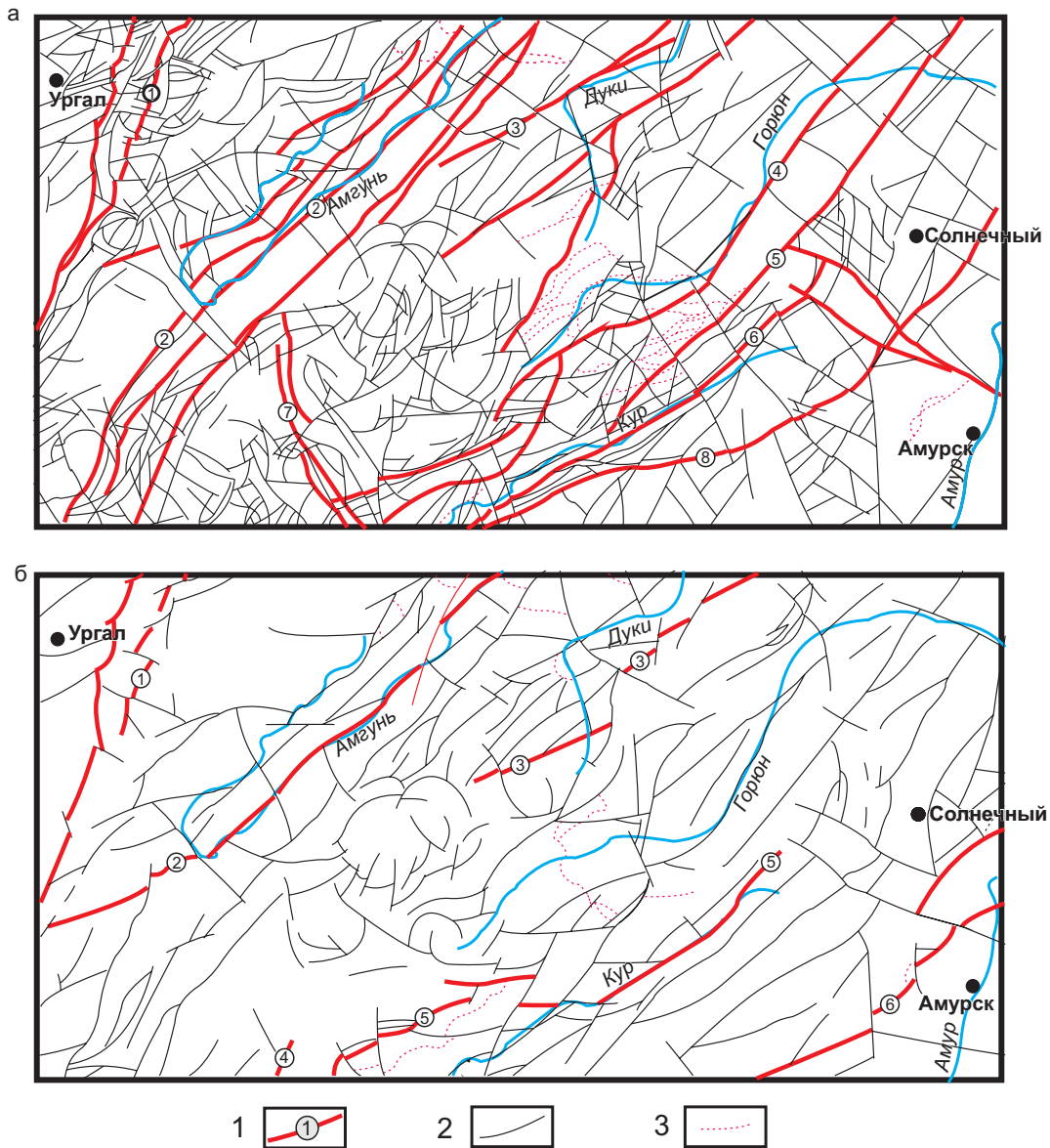


Рис. 5. Разломная структура района Баджалского ВПА по картам ГГК-200/2 (а) и ГГК-1000/3 (б)
 1 – главные дизъюнктивы (а: 1 – Тастахский, 2 – Амгуньский, 3 – Дукинский, 4 – Эксинский, 5 – Мяо-Чанский, 6 – Курский, 7 – Куканский, 8 – Восточный; б: 1 – Тастахский, 2 – Хинганский, 3 – Дукинский, 4 – Уликинский, 5 – Курский, 6 – Ишу-Харпийский (Итунь-Илань)); 2, 3 – прочие дизъюнктивы, в том числе надвиги (3)

(Хинганский, Дукинский, Курский, Итунь-Илань). Все они определенно связаны со сдвиговой системой Тан Лу. В [17] отмечено, что они образуют структуру «конского хвоста», типичную для зон замыкания сдвигов [4]. В эту структуру входит и большое количество более мелких дизъюнктивов того же простираения. Это обстоятельство позволяет сделать определенные предположения о тектонофизической обстановке заложения Баджалского ВПА.

Баджалский ВПА заложился и развивался в обстановке растяжения, которая могла быть обусловлена следующими причинами: а – существованием крупной линейной зоны растяжения (раздвига), определившей становление и развитие Сунхуацзян-Баджалской вулканогенно-плутоногенной системы в целом; б – локальными структурами растяжения, связанными с крупными сдвигами; в – формированием сводового подня-

тия с растрескиванием его купола. Вариант а требует анализа тектонофизической обстановки для всей Сунхуацзян-Баджалской вулканогенно-плутоногенной системы; материалов только по Баджалскому ВПА для этого недостаточно. Вариант в осуществился в Баджалском ВПА на завершающем этапе развития, когда в конце позднего мела вулканизм Баджала завершился становлением огромного количества мелких массивов и разноориентированных даек курунского комплекса [10, 11, 14]. Поэтому остановимся на варианте б и проанализируем возникающие здесь возможности.

Формирование структур растяжения при сдвиговых движениях, в том числе в зонах затухания сдвигов, на теоретических и экспериментальных моделях было рассмотрено еще в середине прошлого века [4]. Соответствие этих моделей геологической реальности было подтверждено как картированием крупных сдвиговых зон [25], так и особенностями

возникновения раздвиговых деформаций вдоль сдвигов при современных землетрясениях [19]. В результате различных исследований было показано, что при сдвиговых перемещениях могут возникать грабены, ориентированные под острым углом по отношению к магистральному разрыву сдвига и заполненные преимущественно осадочными отложениями; дуплексы [18], в которых чаще всего размещаются интрузивные массивы; впадины типа *pull apart* с разнообразным заполнением (структурные элементы последнего вида в пределах Баджальского ВПА не выявлены).

Рассмотренные выше грабены – Датунинский, Левоаякуньский и Пачанский – имеют северо-восточное или субмеридиональное простирание и ориентированы под углами 15°–60° по отношению к простиранию Хинганского и Курского разломов, т.е. наиболее вероятно, что они образовались в процессе левосдвиговых перемещений по зонам этих дизъюнктивов. Существенно, что в этих грабенах, а также в имеющих такое же простирание небольших грабенах, располагающихся южнее Левоаякуньского, распространены наиболее древние осадочные и вулканогенно-осадочные молассы Баджальского ВПА (урмийская свита, малоджиакуньская и лакская толщи, апт–сеноман). Такого же выполнения слабоисследованных грабенов субмеридиональной ориентировки, распространенных вдоль западной окраины Баджальского ВПА, в пределах Ургальской вулканотектонической депрессии и Яктанской впадины. Возможно, с образования грабена, аналогичного Датунинскому и имеющего аналогичное ему простирание, началось формирование субмеридионального отрезка Льянчлинского вулканического прогиба, по периферии которого фиксируются выходы альб–сеноманской вулканогенной молассы (лакская толща). Можно предположить, что с возникновения этих грабенов началось формирование Баджальского ВПА и на границе раннего и позднего мела поверх моласс начались массовые излияния эффузивов. Возможно, и под сплошным эффузивным покровом вулканотектонических депрессий также располагаются аналогичные грабены. Подтверждением этого служит и структура Мяо-Чанского ВПА, основными элементами которой являются Западная и Восточная грабен-синклинали [12, 15].

Восточная часть субвулканического массива, выполняющего Льянчлинский вулканический прогиб, имеет северо-восточное простирание, совпадающее с простиранием Дукинского разлома, ограничивающего этот интрузив с северо-запада. Скорее всего интрузив внедрился в присдвиговый дуплекс, сформировавшийся на сравнительно позднем этапе эволюции Баджальского ВПА – с сеномана и позднее. Подтверждением высказанного может служить крупный линейный Харпийский субвулканический (возможно, частично гипабиссальный) интрузив Мяо-Чанского ВПА, приуроченный к Восточному разлому [14].

Заключение. Положение структурных элементов Баджальского ВПА, имеющих отчетливо выраженный линейный облик относительно известных в районе крупных левых сдвигов «конского хвоста» зоны затухания разлома Тан Лу, как и структуры Баджальского ВПА в целом, обусловлено преимущественно возникновением раздвигов, сопровождающих сдвиговые перемещения. Вероятно, с воз-

никшими грабенами связано появление центров вулканизма и, возможно, интрузивного магматизма баджало-дуссеалинского комплекса. Часть субвулканических массивов связана с присдвиговыми дуплексами. В маастрихте формировалось Баджальское сводовое поднятие, в трещины купольной части которого внедрились многочисленные дайки, завершившие развитие Баджальского ВПА.

Почти на 100 % магматические образования Баджальского ВПА – как эффузивные, так и интрузивные – являются породами нормальной щелочности. Нерешенная проблема геологии Баджала – положение и ограниченное во времени и пространстве распространение щелочных образований даянской магматической ассоциации, становление которой связано с начальным этапом развития Баджальского ВПА. Подобных образований нет больше нигде в пределах Сунхуацзян-Баджальской вулканогенно-плутоногенной системы, да и вообще в Приамурье за пределами Сихотэ-Алиня.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИТиГ ДВО РАН.

1. Анойкин В.И. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Буреинская. Лист М-53-VIII (Чегдомын). – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2003.

2. Анойкин В.И., Заблоцкий Е.М. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Буреинская. Лист М-53-XIV (Сулук). – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2004.

3. Болотников А.Ф., Кравченко Н.С., Крутов Н.К. Магматизм и рудоносность Баджальского района. – Хабаровск: ДВИМС, 1975. 175 с.

4. Буртман В.С. Горизонтальные перемещения по разломам и некоторые методы их изучения / В.С. Буртман, А.В. Лукьянов, А.В. Пейве, С.В. Руженцев // Разломы и горизонтальные движения земной коры. – М.: АН СССР, 1963. – С. 5–33.

5. Васькин А.Ф. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист М-53 – Хабаровск / А.Ф. Васькин [и др.]. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2009.

6. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. Масштаб 1 : 2 500 000 / Ред. Л.И. Красный, А.С. Вольский, И.А. Васильев и др. – СПб.; Благовещенск; Харбин, 1999.

7. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. Масштаб 1 : 2 500 000. Объясн. записка / ред. Л.И. Красный, А.С. Вольский, И.А. Васильев и др. – СПб.; Благовещенск; Харбин, 1999. – 136 с.

8. Гоневчук В.Г. Хингано-Охотский ареал (ранний мел – ранний сеноман) / В.Г. Гоневчук, А.А. Сорокин, В.Г. Сахо, С.М. Родионов, А.П. Сорокин, И.Н. Дербeko, В.А. Пономарчук // Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: В 2 книгах. – Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. – С. 332–342.

9. Дарбинян С.С. Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200 000. Серия Хингано-Буреинская. Лист М-53-XX. – М.: Картфабрика ВАГТ, 1961.

10. Забродин В.Ю. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Комсомольская. Лист М-53-X (верховье р. Дуки) / В.Ю. Забродин [и др.]. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2001.

11. Забродин В.Ю. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Комсомольская. Лист М-53-IX / В.Ю. Забродин [и др.]. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2002.

12. *Забродин В.Ю.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Комсомольская. Лист М-53-XI / В.Ю. Забродин [и др.]. — СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2002.
13. *Забродин В.Ю.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Комсомольская. Лист М-53-XV (р. Ярап) / В.Ю. Забродин [и др.]. — СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2004.
14. *Забродин В.Ю.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Комсомольская. Лист М-53-XVI [Электронный ресурс] / В.Ю. Забродин [и др.]. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. URL: <http://www.vsegei.com/ru/info/georesource> (дата обращения: 10.08.2018).
15. *Забродин В.Ю.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Комсомольская. Лист М-53-XVII [Электронный ресурс] / В.Ю. Забродин [и др.]. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. URL: <http://www.vsegei.com/ru/info/georesource> (дата обращения: 10.08.2018).
16. *Забродин В.Ю.* Зона сочленения Буреинского массива с Сихотэ-Алинской складчатой системой // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2010. № 1. — С. 11–22.
17. *Забродин В.Ю., Рыбас О.В., Гильманова Г.З.* Разломная тектоника материковой части Дальнего Востока России. — Владивосток: Дальнаука, 2015. — 132 с.+1 цв. вкл.
18. *Кутейников Е.С., Кутейникова Н.С.* Стресс-структуры и метаморфизм в зонах сдвигов // Структура линейных зон стресс-метаморфизма. — Новосибирск: Наука, 1990. — С. 56–64.
19. *Лукиянов А.В.* Горизонтальные движения по разломам, происходящие при современных катастрофических землетрясениях // Разломы и горизонтальные движения земной коры. — М.: АН СССР, 1963. — С. 34–112.
20. *Максимов С.О.* О пикрит-щелочнобазальтовом магматизме Баджалской вулканической зоны // Геология, магматизм и рудогенез зоны перехода от континента к океану. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. — С. 87–88.
21. *Максимов С.О.* Магматизм и особенности породообразующих пироксенов Баджала // Петрохимия магматических формаций вулканических зон Дальнего Востока. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. — С. 102–115.
22. *Паталаха Е.И.* Тектоно-фациальный анализ складчатых сооружений фанерозоя (обоснование, методика, приложения). — М.: Недра, 1985. — 168 с.
23. *Роганов Г.В., Васькин А.Ф.* Схема геолого-структурного районирования Приамурья, Западного Приохотья, о. Сахалин и прилегающих участков дна Охотского и Японского морей. — Хабаровск: Дальгеофизика, 2008.
24. *Ромашкин А.И., Кухтина Л.М.* О перспективах обнаружения лампроитов в составе дайанского комплекса // Тр. Ассоциации «Дальнедра». — Хабаровск: Дальнедра, 1992. Вып. 2. — С. 42–49.
25. *Суворов А.И.* Главные разломы Казахстана и Средней Азии // Разломы и горизонтальные движения земной коры. — М.: АН СССР, 1963. — С. 173–237.
26. *Kirillova G.L.* Geodynamic evolution of Late Mesozoic and Cenozoic sedimentary basins of the continental margin of south-eastern Russia // Тектоника и глубинное строение Востока Азии: VI Косыгинские чтения. — Хабаровск: ИТиГ, 2009. — С. 173–175.
1. Anojkin V.I. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1 : 200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Bureinskaya. List M-53-VIII (Chegdomyn) [State Geological Map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. Second edition. Series Bureinskaya. Sheet M-53-VIII (Chegdomyn)]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2003.
2. Anojkin V.I., Zablockij E.M. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1 : 200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Bureinskaya. List M-53-XIV (Suluk) [State Geological Map of the Russian Federation at a scale of 1:200,000. Second edition. Series Bureinskaya. Sheet M-53-XIV (Suluk)]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2003.
3. Bolotnikov A.F., Kravchenko N.S., Krutov N.K. Magmatizm i rudosnost' Badzhal'skogo rajona [Magmatism and mineralization of the Badzhal region]. Habarovsk: DVIMS. 1975. 175 p.
4. Burtman V.S., Luk'yanov A.V., Pejve A.V., Ruzhencev S.V. Horizontal displacements along faults and some methods of their study. *Fractures and horizontal movements of the earth's crust*. Moscow: AN SSSR. 1963. Pp. 5–33. (In Russian).
5. Vas'kin A.F. i dr. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Dal'nevostochnaya. List M-53 (Khabarovsk) [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). A series of Far Eastern. Sheet M-53 (Khabarovsk)]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2009.
6. Geologicheskaya karta Priamur'ya i sopredel'nyh territorij. Masshtab 1 : 2 500 000 [Geological map of Priamurye and adjacent territories. Scale 1:2,500,000]. Eds. L.I. Krasnyj, A.S. Vol'skij, I.A. Vasil'ev i dr. St. Petersburg; Blagoveshchensk; Harbin. 1999.
7. Geologicheskaya karta Priamur'ya i sopredel'nyh territorij. Masshtab 1 : 2 500 000. Ob'yasn. zapiska [Geological map of Priamurye and adjacent territories. Scale 1:2,500,000. Explanatory note]. Eds. L.I. Krasnyj, A.S. Vol'skij, I.A. Vasil'ev i dr. St. Petersburg; Blagoveshchensk; Harbin. 136 p.
8. Gonevchuk V.G. i dr. Khingan-Okhotsk area (Early Cretaceous-Early Cenomanian). *Geodynamics, Magmatism and Metallogeny of the Russian East: In 2 Books*. Vladivostok: Dal'nauka. 2006. Book 1. Pp. 332–342. (In Russian).
9. Darbinyan S.S. Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1 : 200 000. Seriya Hingan-Bureinskaya. List M-53-XX [Geological map of the USSR. Scale 1 : 200,000. The Khingan-Bureinskaya series. Sheet M-53-XX]. Moscow: Kartfabrika VAGT. 1961.
10. Zabrodin V.Yu. i dr. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1 : 200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Komsomol'skaya. List M-53-X (verhov'e r. Duki) [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. Second edition. Series Komsomolskaya. Sheet M-53-X (the upper reaches of the river Duki)]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2001.
11. Zabrodin V.Yu. i dr. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1 : 200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Komsomol'skaya. M-53-IX [State Geological Map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. Second edition. Series Komsomolskaya. M-53-IX]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2002.
12. Zabrodin V.Yu. i dr. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1 : 200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Komsomol'skaya. M-53-XI [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. Second edition. Series Komsomolskaya. M-53-XI]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2002.
13. Zabrodin V.Yu. i dr. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1 : 200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Komsomol'skaya. M-53-XV (r. Yarap) [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. Second edition. Series Komsomolskaya. M-53-XV (the river Yarap)]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2004.
14. Zabrodin V.Yu. i dr. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1 : 200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Komsomol'skaya. M-53-XVI [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. Second edition. Series Komsomolskaya. M-53-XVI]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2013. URL: <http://www.vsegei.com/ru/info/georesource>. (date of the application: 10.08.2018).
15. Zabrodin V.Yu. i dr. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1 : 200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Komsomol'skaya. M-53-XVII [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. The second issue. Series Komsomolskaya. M-53-XVII]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2013. URL: <http://www.vsegei.com/ru/info/georesource>. (date of the application: 10.08.2018).

burg: VSEGEI. 2016. URL: <http://www.vsegei.com/ru/info/georesource>. (date of the application: 10.08.2018).

16. Zabrodin V.Yu. The zone of articulation of the Bureya Massif with the Sikhote-Alin fold system. *Byull. MOIP. Otd. geol.* 2010. No 1. Pp 11–22. (In Russian).

17. Zabrodin V.Yu., Rybas O.V., Gil'manova G.Z. Razlomnaya tektonika materikovej chasti Dal'nego Vostoka Rossii [Fault tectonics of the Russian Far East mainland]. Vladivostok: Dal'nauka. 2015. 132 p.

18. Kutejnikov E.S., Kutejnikova N.S. Stress structures and metamorphism in shift zones. *Structure of lineament zones of stress metamorphism*. Novosibirsk: Nauka. 1990. Pp. 56–64. (In Russian).

19. Luk'yanov A.V. Horizontal movements along faults, occurring under modern catastrophic earthquakes. *Fractures and horizontal movements of the earth's crust*. Moscow: AN SSSR. 1963. Pp. 34–112. (In Russian).

20. Maksimov S.O. On the picrite-alkaline-basalt magmatism of the Badzhal volcanic zone. *Geology, magmatism and oreogenesis of the transition zone from continent to ocean*. Vladivostok: DVNC AN SSSR. 1978. Pp. 87–88. (In Russian).

21. Maksimov S.O. Magmatism and features of rock-forming pyroxenes of Badzhal. *Petrochemistry of magmatic formations of volcanic zones of the Far East*. Vladivostok: DVNC AN SSSR. 1978. Pp. 102–115. (In Russian).

22. Patalaha E.I. Tektono-facial'nyj analiz skladchatyh sooruzhenij fanerozoja (obosnovanie, metodika, prilozheniya) [Tecton-facies analysis of the folded structures of the Phanerozoic (justification, methodology, applications)]. Moscow: Nedra. 1985. 168 p.

23. Roganov G.V., Vas'kin A.F. Skhema geologo-strukturnogo rajonirovaniya Priamur'ya, Zapadnogo Priohot'ya, o. Sahalin i prilegayushchih uchastkov dna Ohotskogo i Yaponskogo morej [Scheme of geological and structural zoning of Priamurye, Western Priokhotia, Sakhalin Island and adjoining sections of the bottom of the Sea of Okhotsk and the Sea of Japan]. Habarovsk: Dal'geofizika. 2008.

24. Romashkin A.I., Kuhtina L.M. On the prospects of discovering lamproites in the composition of the Dayan complex. *Proceedings of the Dalnedra Association*. Habarovsk: Dal'nedra. 1992. Iss. 2. Pp. 42–490. (In Russian).

25. Suvorov A.I. Main faults of Kazakhstan and Central Asia. *Rifts and horizontal movements of the earth's crust*. Moscow: AN SSSR. 1963. Pp. 173–237. (In Russian).

26. Kirillova G.L. Geodinamic evolution of Late Mesozoic and Cenozoic sedimentary basins of the continental margin of south-eastern Russia. *Tectonics and the deep structure of the East of Asia: VI Kosygin readings*. Habarovsk: ITiG. 2009. Pp. 173–175. (In Russian).

Забродин Владимир Юрьевич – доктор геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник, Институт тектоники и геофизики ДВО РАН (ИТиГ ДВО РАН). Ул. Ким Ю Чена, 65, Хабаровск, 680000, Россия. <VZabrodin@rambler.ru>

Zabrodin Vladimir Yur'evich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, Institute of Tectonics and Geophysics FEB RAS (ITiG FEB RAS). 65 ul. Kim Yu Chen, Khabarovsk, 680000, Russia. <VZabrodin@rambler.ru>