

**ВРАЩЕНИЕ БЛОКОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ
МЕЖДУ СДВИГОВЫМИ ЗОНАМИ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ
(ПО МОРФОСТРУКТУРНЫМ ДАННЫМ)**

Институт тектоники и геофизики имени Ю.А. Косыгина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

e-mail: merkulova@itig.as.khb.ru

По структурно-геоморфологическим данным в Нижнем Приамурье выделен геоблок (структурный элемент первого порядка Амурской плиты), который находится под влиянием неотектонических правосторонних сдвиговых смещений по трансрегиональным разломам северо-восточного простирания. Под воздействием напряжений внутри геоблока сформированы дуговые разломы, геоморфологически выраженные сопряженной системой речных долин, которые ограничивают четыре блока округлого габитуса, сложенных магматическими образованиями и складчатыми осадочными породами мезо-кайнозойского возраста. Вихреобразное расположение разломов внутри блоков и правосторонние латеральные смещения по ним, согласно направлению деформаций по северо-восточным разломам, указывают на вращение этих блоков против часовой стрелки.

Ключевые слова: зоны сдвигов, дуговые разломы, вращательные движения, блоки вращения.

Поступила в редакцию 08.02.2016

Принята к печати 14.03.2017

DOI: 10.7868/S043542811704006X

**ROTATION OF CRUSTAL BLOCKS BETWEEN SHEAR ZONES IN LOWER PRIAMURYE,
ACCORDING TO MORPHOSTRUCTURAL DATA**

F.S. ONUKHOV, T.V. MERKULOVA

Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics FEB RAS, Khabarovsk, Russia

e-mail: merkulova@itig.as.khb.ru

S u m m a r y

The Lower Priamurye geoblock (the first-rank structural element of the Amur plate) was distinguished based on the morphostructural data. This geoblock is affected by neotectonic right-lateral strike-slip displacements along northeast-striking transregional faults. Arc faults have been formed inside the geoblock due to the imposed stresses. The faults are geomorphologically expressed as a conjugate system of river valleys bordering four blocks with rounded habitus that are composed of Mesozoic-Cenozoic magmatic and folded sedimentary rocks. A vortex-like arrangement of the faults inside the blocks, and the right-lateral strike-slip displacements consistent with the direction of deformations along the northeast striking faults, indicate the counter-clockwise rotation of these blocks.

Keywords: Strike-slip zones, arc faults, rotational motions, rotation blocks.

Received 08.02.2016

Accepted 14.03.2017

Введение

Статья направлена на изучение особенностей формирования структуры и рельефа (морфоструктуры) крупного геоблока Нижнего Приамурья под воздействием преобладающих сдвиговых деформаций. Рассматриваются и анализируются признаки и возможность вовлечения во вращательное движение обширных блоков земной коры в процессе новейшего горообразования. Генеральная ось вращения таких блоков направлена по нормали к дневной поверхности или с некоторым отклонением от нее. В.С. Федоровский и др. [1], процесс вращения блоков охарактеризовали как роллинг. Вовлеченные в круговое или субкруговое вращение блоки пород называются

блоками вращения (роллинг-блоками). В работе процесс вращения массивных блоков в условиях сдвиговых деформаций рассматривается как своеобразная “прокатка” крупных массивов округлого габитуса, ограниченных разломами дугообразной формы, в междвиговых зонах [1]. На возможность вращательных блокообразовательных деформаций ранее обращали внимание исследователи, но чаще всего в связи с процессами складкообразования [2–5]. В других случаях процесс связывался с формированием и становлением тектоно-магматических комплексов, а возникшие деформации чаще всего соотносили с вязким состоянием вещества [6–11].

Рассматриваемые нами материалы показывают значительное влияние сдвиговых дислокаций неотектонического этапа на вращение консолидированных блоков земной коры, включающих как магматические комплексы, так и их осадочное обрамление. На возможность вращения крупных массивов консолидированных пород указывал еще Г.И. Худяков [12] на основе обзора литературных данных. О таких же деформациях в регионах Среднего и Южного Урала, Казахстана, Алтая, Саян содержатся сведения в ряде работ [4, 7, 13].

Касаясь рассматриваемого нами региона Нижнего Приамурья, отметим, что влияние вращения на формирование морфоструктур отмечается в некоторых публикациях [10, 11, 14–16]. Однако упоминания о них чаще всего приводятся без подробного анализа. Более содержательный анализ роли таких морфоструктур приводится в недавно опубликованных работах А.А. Гаврилова [15, 16], но в них в большей мере уделено внимание вопросам вертикальных деформаций, чем сдвиговых. В работах В.П. Уткина [10, 14] рассматриваются вопросы сдвиговой тектоники, но при этом главная роль в новейшем тектогенезе отводится левосторонним перемещениям. Данные, на которых мы основываемся в статье, указывают на ведущую роль в плиоцен-четвертичное время при рельефообразовании правосторонних сдвигов по СВ разломам.

Цель работы — выделить блоки округлого габитуса в Нижнем Приамурье, ограниченные крупными дугowymi разломами, и исследовать признаки их вращательных движений в соответствии с правосторонней кинематикой сдвиговых движений по основному региональному разлому СВ направления.

Основные черты геоморфологического строения Нижнего Приамурья и характер неотектонических сдвиговых деформаций

Анализ особенностей морфотектоники послужил основанием рассматривать регион Нижнего Приамурья как блок первого порядка Амурской плиты [17]. В качестве единого крупного неотектонического элемента структуры он выделялся еще Г.Ф. Уфимцевым [18]. Блок ограничен с СЗ и ЮВ разломными зонами северо-восточной ориентировки (рис. 1). Северо-западное ограничение блока выделяется как Зее-Удская разломная зона. Разломная зона, ограничивающая блок с ЮВ, носит разные названия: Курского, Бичи-Амурского, Бокторского и других сближенных разломов системы Тан-Лу [19–24].

Кроме ограничивающих разломов северо-восточной ориентировки, важную структурную роль играет зона разломов аналогичного направления, делящая блок по удлинению на две соразмерные части. Разломная зона контролируется в неотектонической структуре долинами рек Буреи и Амгуни и называется Буреинской или Амгунской. А.А. Коковкин выделяет ее в качестве региональной Хинганской зоны [11].

Нижнеамурский геоблок представляет собой область молодого горообразования, что способствует прямому выражению в рельефе разных морфоструктурных образований: хребтов, грабенных, речных долин. В геоблоке выделяются системы протяженных хребтов: Селемджинский, Турана, Буреинский, Баджалский, Омальский, Чаятын и ряд менее значимых отрогов. Генеральное простираение основных хребтов подчинено северо-восточному удлинению, определяющему положение геоблока в целом. Уровень абс. высот редко превышает 2000 м. По генетическим и морфологическим

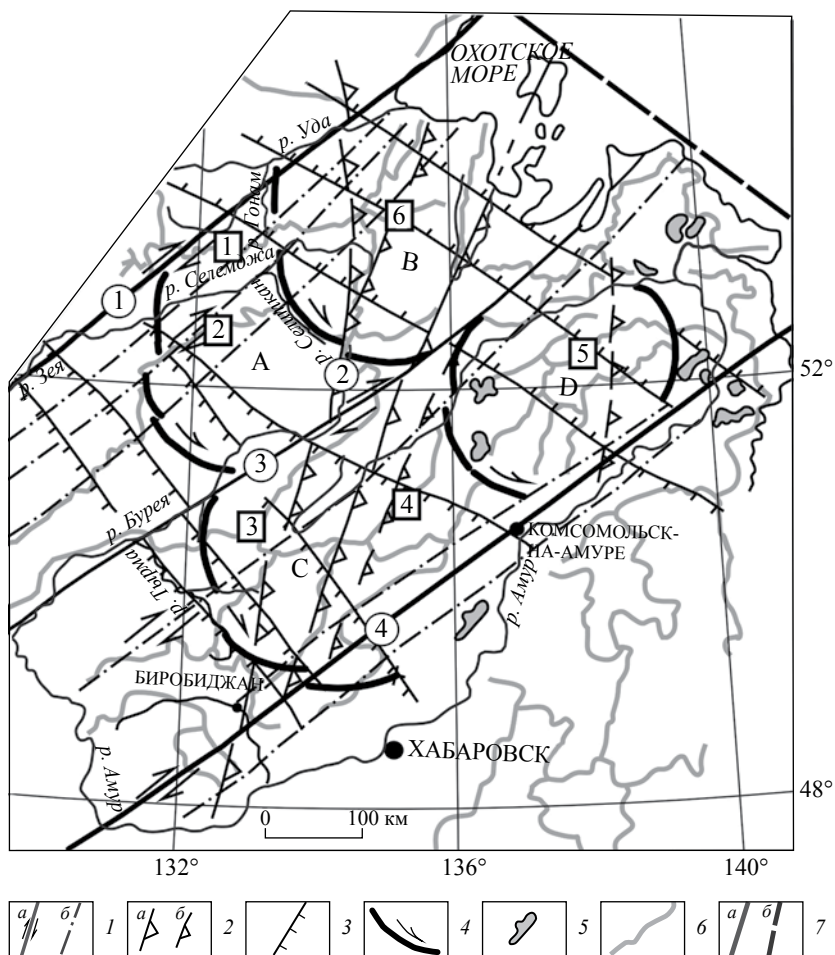


Рис. 1. Морфотектоническая схема Нижнеамурского геоблока

1 – разломы (сдвиги) (а – основные, б – второстепенные), 2 – надвиги и взбросы (а – основные, б – второстепенные), 3 – сбросы, 4 – дуговые разломы, 5 – озера, 6 – основные горные хребты по [15], 7 – границы Нижнеамурского геоблока (а – установленные, б – предполагаемые).

Сдвиговые зоны (цифры в кружках): 1 – Зее-Удская, 2 – Буреинско-Николаевская, 3 – Хингано-Амгунская, 4 – Курско-Амурская. А, В, С, Д – блоки вращения. Основные хребты (цифры в квадратах): 1 – Селемджинский, 2 – Турана, 3 – Буреинский, 4 – Баджальский, 5 – Чаятын, 6 – Омальский

типам структура хребтов обусловлена сочетанием горст-антиклинальных брахиформенных поднятий, тесно связанных со структурами гранитного диапиризма и вулканотектонического воздымания. По мнению А.А. Гаврилова и других авторов, тектоническую основу горных хребтов могут представлять цепочки гранитных купольных структур. Речная сеть подчинена системе трансрегиональных и региональных неотектонических разломов и зон тектонической трещиноватости [12, 14–16].

Неотектоническая структура геоблока характеризуется преимущественно сводо-глыбовым стилем дислокаций с преобладанием удлиненных сводовых поднятий, контролируемых СВ разломами диагональной системы и дуговыми зонами нарушений [17–20]. Северо-восточные нарушения выражены в рельефе в основном долинными грабенами магистральных рек (Буреи, Амгуни, Кур и др.), а дуговые нарушения подчеркиваются в рельефе долинами притоков основных рек и характеризуются чаще

всего резко асимметричным поперечным профилем их долин с фрагментарной приуроченностью к ним небольших односторонних долинных грабен. При этом структурная предопределенность дуговых разломов проявляется не только на периферии ареалов магматизма, но и в осадочно-складчатых консолидированных породах в виде крутых тектонических уступов.

Проведенные ранее наблюдения [20, 22, 23], а также анализ дистанционных материалов [17, 24] дают основание считать, что основные разломы СВ простирания, ограничивающие геоблок, как и разломы аналогичной ориентировки разного ранга, внутри блока на новейшем этапе определяются как правосторонние сдвиги. Перестройка геодинамического поля в регионе от преимущественно левосторонних, сопутствующих мезозойскому складкообразованию, к новейшим, преимущественно правосторонним деформациям, началась в олигоцене [25–27]. О характере смены геодинамического режима, например, в зоне Амгунского долинного грабена можно судить по зеркалам скольжения на уступе разломов [20, 21].

Материалы и методы исследования

Для изучения особенностей новейшей тектоники в связи с проблемой сдвиговых дислокаций и вращения блоков использованы топокарты, дистанционные материалы (космоснимки земной поверхности, в том числе радарные) и натурные наблюдения. На начальной стадии исследований выполнялся анализ топокарт по известным методикам: анализ гидросети, построение вершинных поверхностей и совмещенных профилей [18–22]. Анализ карт вершинных поверхностей дает возможность выявить тектонические нарушения разного ранга по ступеням рельефа и их сочетаниям [18].

Наибольшее внимание при анализе топокарт уделялось в первую очередь изучению гидрографической сети. Проведенные исследования в различных участках региона показывают четкую приуроченность основных русел рек с магистральным северо-восточным стоком к крупным зонам неотектонических разломов [20–23]. По данным дешифрирования с заверкой натурными наблюдениями выделены неотектонические разломы разных направлений. Установлена обусловленность дугообразных речных долин неотектоническими разломами, контролирующими блоки вращения (роллинг-блоки). Дуговые разломы, оформляющие морфоструктуры округлого габитуса, чаще всего выражены в рельефе крутыми уступами, сопряженными с речными долинами притоков основных рек Нижнего Приамурья. Долины таких притоков, относящиеся к разным водосборным бассейнам, объединяются межхребтовыми перевальными проходами, обусловленными тектоническими деформациями в зоне дугового разлома [15, 16].

Дешифрирование зональных и черно-белых снимков земной поверхности позволяет выделять существенные тектонические нарушения разного ранга, но их дешифровочный анализ более трудоемкий. В отличие от радарных снимков обычные космоснимки содержат много избыточной информации – техногенные объекты, растительность и др., а также помехи (облачность, тени, высотные искажения и т.п.), поэтому их роль при исследованиях вспомогательная. В настоящее время перспективными и более информативными являются результаты дешифрирования радарных космоснимков земной поверхности (м-б от 1:2000000 до 1:500000) с некоторыми уточнениями деталей по крупномасштабным материалам. Для исследования использованы в основном результаты дешифрирования снимков м-ба 1:2000000 с разрешающей способностью около 90 м на пиксель [17, 21, 24]. Уточнение производилось на основе материалов м-ба 1:500000. Радарные снимки отображают в значительной мере цифровую модель рельефа и дают возможность анализировать ступенчатость рельефа подобно тому, как это осуществляется на основе методики анализа вершинной поверхности.

Выделение неотектонических разломов проводилось по признакам недавней и современной активности, по характеру деформации ступеней рельефа с образованием крутых уступов и тектонических рвов [20–23, 25]. Натурные наблюдения показывают, что неотектонические разломы обычно веерообразно ветвятся в приповерхностной части разреза, при этом нередко секут разновозрастные геологические образования в виде раскрытых трещин между разновысотными блоками. Крупные неотектонические разломы имеют зональное строение с относительно небольшими смещениями по частным нарушениям, суммирующиеся в более существенные дислокации.

Морфологической особенностью дуговых разломов с признаками латеральных смещений движений по ним является формирование вдоль них цепей односторонних и резко асимметричных долинных грабенов. Грабены, прилегающие к дуговому разлому, как правило, ограничены крутыми тектоническими уступами, в то время как противоположные борта осложнены малоамплитудными сбросовыми нарушениями, либо представлены сокращением аллювиальных отложений и сменой их деловием. Характерно, что отдельные грабены, образующие общую долинно-грабенную цепь, имеют в плане клинообразную форму. Клиновидность грабенов, прилегающих к дуговому разлому, обусловлена в значительной мере растяжением, возникающим на участках пересечения дуговых разломов с северо-восточными сдвигами. Направление, в котором происходит сужение ряда грабенов, может служить одним из признаков латеральных смещений (вращательных движений) по дуговому разлому, так как при этом происходит уменьшение угла сочленения второстепенных тектонических нарушений с основными дуговыми разломами.

Основным признаком вращательных движений, несомненно, служит соответствие направления смещения по дуговым разломам общему тектоническому полю региона, отвечающему правосторонним смещениям по СВ разломным зонам. Направление вращения блоков зависит от того, располагается ли блок непосредственно внутри самой зоны сдвига или он заключен между такими зонами, по которым осуществляется “прокатка” [1, 13]. Зачастую в моделях рассматривается вариант вращения блока, когда он располагается непосредственно внутри сдвиговой зоны [11]. В этом случае при правостороннем смещении крыльев сдвига блок испытывает вращение по часовой стрелке [13]. При расположении блока между двумя правосторонними сдвиговыми зонами, что наблюдается в нашем случае, вращение будет осуществляться против часовой стрелки [13]. Вращение против часовой стрелки подтверждает соответствие вращательных движений в блоках округлого габитуса тектоническому полю Нижнего Приамурья.

Результаты и обсуждение

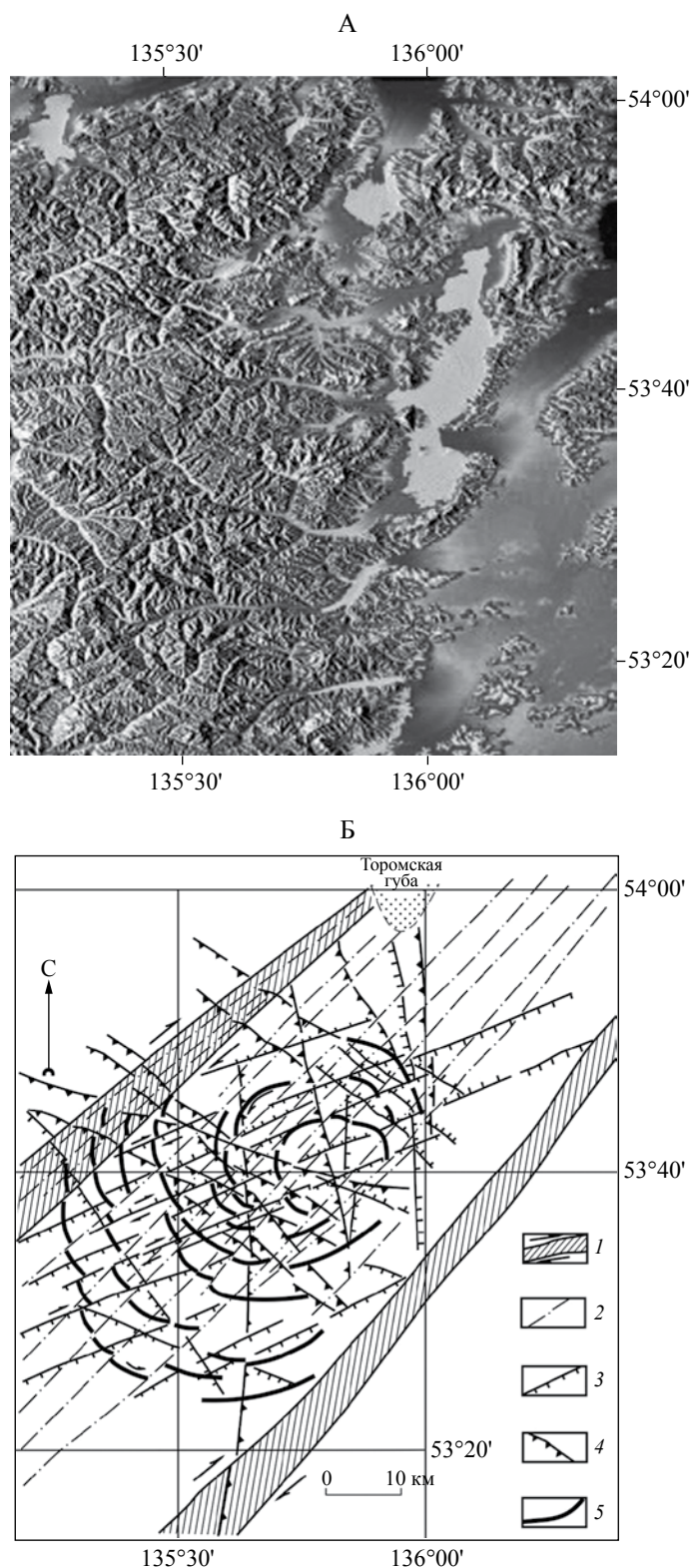
Выполненный анализ морфографических особенностей рельефа на территории Нижнего Приамурья позволяет выделить серию дуговых разломов. Крупные дуговые разломы оформляют четыре блока округлой формы (роллинг-блока) А, В, С, Д (рис. 1). Большинство исследователей дуговые нарушения относят к разряду листрических разломов с наклоном в сторону центра поворота [6, 9, 10]. Блоки вращения как геоблок в целом контролируются трансрегиональными разломами СВ простирания. Признаки вращательных деформаций блоков можно продемонстрировать на примере наиболее исследованной структуры блока В. Структура блока, по данным космической радарной съемки, выражена довольно рельефно [21]. На рис. 2А приведен фрагмент такой съемки в м-бе ~1:250000, позволяющий более детально дешифровать элементы блока В (рис. 2Б). Прежде всего, обращает на себя внимание вихреобразное расположение дуговых разломов, отражающих вращение всего блока в целом и его фрагментов между северо-восточными зонами сдвиговых деформаций. Дуговые разломы определяют улиткообразное строение всего блока с направлением вращения против часовой стрелки. Кроме того, правосторонние движения по региональным и опережающим

Рис. 2. Строение блока вращения В

А — отображение рельефа на радарном космоснимке, Б — схема дешифрирования.

Разломные зоны СВ направления: 1 — главные, 2 — второстепенные; 3 — сбросы; 4 — надвиги, взбросы; 5 — дуговые нарушения

разломам аналогичной ориентировки хорошо диагностируются по характерному смещению отдельных секций дуговых разломов, установленному при дешифрировании космоснимков (рис. 2Б). Правосторонние вращательные движения подтверждаются при детальном анализе рельефа. В качестве примера приведем один из дуговых разломов, контролирующий долину р. Голам правого притока р. Уда (рис. 3). Характерно, что притоки р. Голам в большинстве случаев тяготеют к тектоническим зонам трещиноватости внутри блока В (рис. 1) и претерпевают согласованные коленообразные изгибы вниз по течению р. Голама, обусловленные правосторонним смещением зон трещиноватости при их пересечении с дуговыми разломами. В обрамлении блока вращения вдоль долины р. Голам развита система клиновидно сужающихся вниз по течению односторонних резко асимметричных долинных грабен (рис. 3). Их крутые борта оформлены дуговыми разломами, в то время как пологие крылья чаще связаны либо с второстепенными малоамплитудными



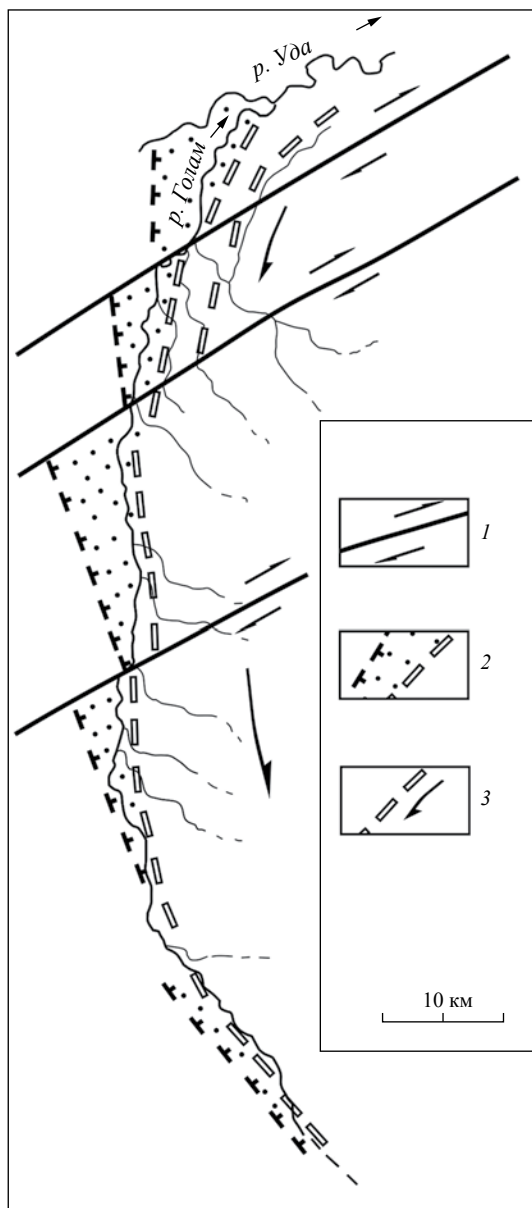


Рис. 3. Морфоструктурные особенности Голамской дуговой разломной зоны

1 – СВ разломы (сдвиги), 2 – аккумулятивные тела долино-грабенов, 3 – зоны дуговых разломов и направление смещения по ним

нарушениями, либо обусловлены выклиниванием рыхлых отложений. Показательно, что в местах пересечения дугового разлома с северо-восточными нарушениями наблюдаются резкие коленообразные правосторонние изгибы основного русла Голама, что связано с динамикой сдвиговых смещений по северо-восточным разломам. Отдельные звенья грабеновой долинной системы Голама также контролируются поперечными сдвигами (рис. 3).

Строение фрагмента другого блока (блок С) изучено по А.А. Гаврилову (рис. 4) [16]. Отроги Баджальского хребта вокруг орографических узлов имеют характерную вихреобразную изогнутость, ориентированную против часовой стрелки. Хотя сам автор не дает геодинамическую оценку этого явления, представляется правомерным считать, что такое направление связано с правосторонними смещениями по северо-восточным разломам (направление смещения – наше дополнение к рисунку). Внутри блока выделяются блоки округлой формы меньшего размера с направлением вращения против часовой стрелки, что позволяет полагать, что структуры вращения могут быть как региональными, так и локальными, заключенными между сдвигами разного порядка.

Размеры блоков вращения и анализ геологических карт показывает, что они представлены не только магматогенными образованиями, но и также прилегающими комплексами осадочных пород. Причиной этому может быть то, что крупные батолиты и сближенные гранитные тела помимо зон закалки в осадочных породах имеют апофизы, способствующие консолидации блоковых образований [28–31]. Кроме того, ареалы плутонов сопровождаются участками глубинной проницаемости магматических расплавов, которые обычно не находят отражение в гравитационном поле [30]. Следовательно, вращение блоков связано не только с интрузивными процессами, но и с геодинамической обстановкой на уровне плитной тектоники, которая здесь отражается правосторонними сдвигами по СВ разломным зонам (рис. 1). Внедрение глубинных масс интрузивных пород, безусловно, имеет

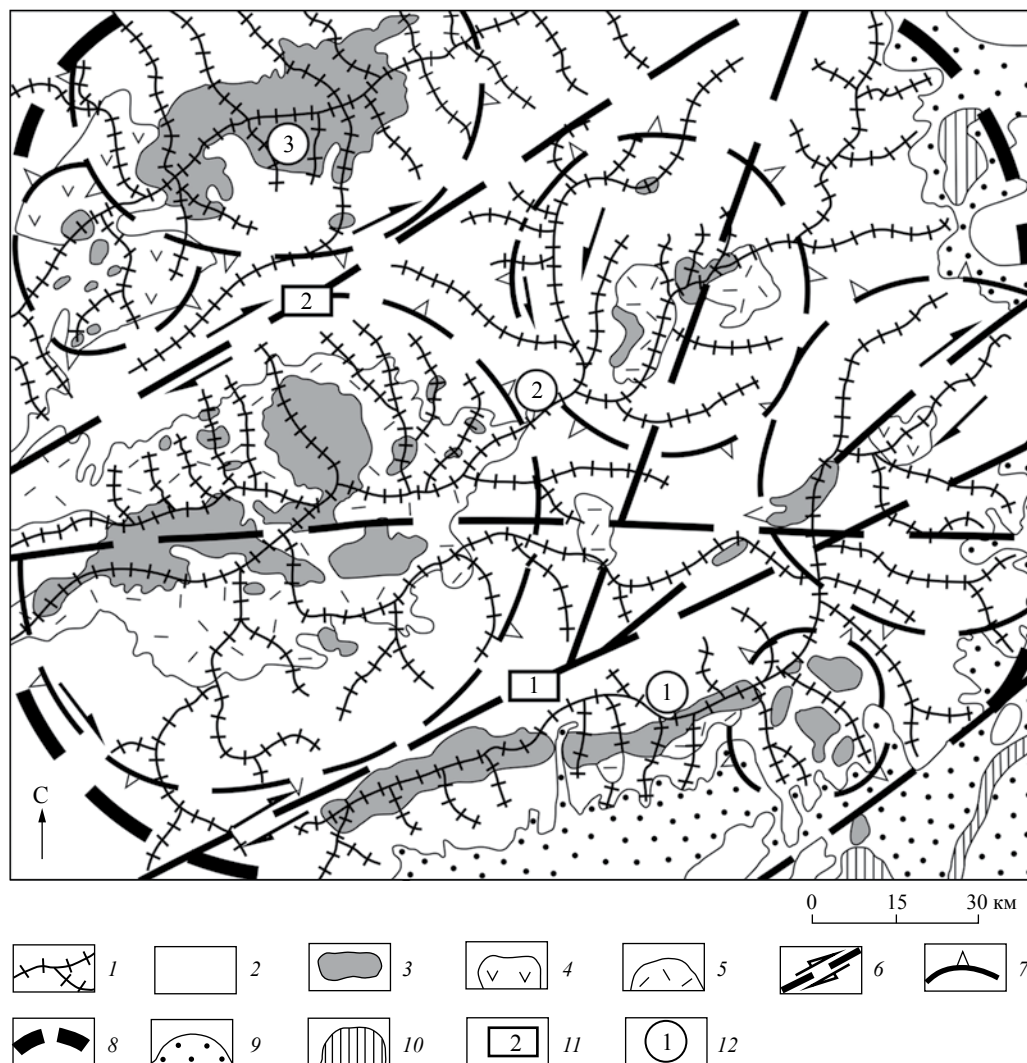


Рис. 4. Строение фрагмента блока С (по [16] с добавлением)

1 – горные хребты; 2 – нерасчлененные осадочные и вулканогенно-осадочные толщи; 3 – гранитоиды; толщи эффузивов: 4 – основного состава, 5 – риолитового состава; 6 – региональные разломы; границы морфоструктур разного ранга: 7 – интрузивных и вулканоплутонических куполов, 8 – Баджальского свода; 9 – чехол рыхлых отложений межгорных впадин; 10 – акватории; 11 – региональные разломы и направление смещения по ним (1 – Курский, 2 – Амгуньский); 12 – хребты (1 – Джаки-Унахта-Якбыяна, 2 – Баджальский, 3 – восточный сегмент Буреинского)

важное рельефообразующее значение. Однако сам процесс внедрения магматических масс в толщу осадочных пород происходит не просто по вертикали (способом “лифта” по ослабленным зонам), а сопровождается вращательным движением, то есть своеобразным процессом “вывинчивания”. Признаки такого процесса отмечаются в ряде работ [3, 6–9, 13, 29]. Во вращательные движения вовлекаются только те участки земной коры, в которых магматические образования представлены достаточно широко. Магматические тела при внедрении в меловое и более позднее время как бы сцементировали осадочные комплексы [31]. Определенную роль играют зоны термической закалки, способные объединить близко расположенные

интрузивы и разделяющие их осадочные клинья в единый блок. Интрузивные массивы могут выталкиваться полностью затвердевшими в результате активизации по глубинным разломам [13]. Э. Раген [28] отмечает, что усилия, существовавшие во время образования еще пластичного гранита, могут продолжаться и после его кристаллизации. В таком процессе крупные гранитные массивы действуют на обрамление как единый блок. По мнению В.М. Харченко [9], действие на глубине источника напряжений отражается на земной поверхности в виде дислокаций не только в центре этих напряжений, но и в слоистой среде в виде дуговых, реже кольцевых форм (кольцевых разломов разных радиусов). Е.И. Паталаха и Б.А. Хрычев [4] отмечают, что в природе сплошь и рядом фиксируются жесткие повороты пород, лишенных малейших признаков деформаций. Роль сдвиговых деформаций в образовании структур вращения достаточно убедительно обоснована В.С. Федоровским и его соавторами [1].

Таким образом, рассмотренные нами материалы по Нижнему Приамурью достаточно хорошо согласуются с данными по другим регионам, в геодинамике которых значительную роль играет сдвиговая тектоника.

Заключение

В Нижнем Приамурье выделяется геоблок со сводово-глыбовым типом основных неотектонических деформаций, обусловленных правосторонними сдвиговыми смещениями по СВ зонам разломов. Между СВ сдвигами внутри геоблока наблюдается ряд блоков второго порядка округлого габитуса, ограниченных дуговыми неотектоническими разломами. Анализ внутреннего строения этих блоков позволяет рассматривать их как результат неотектонического вращения крупных участков земной коры под действием правосторонних геодинамических смещений. Поворот блоков вращения осуществляется против часовой стрелки.

Благодарности. Работа выполнена при финансировании РФФИ (проект № 16-05-00097а) и в рамках Программы фундаментальных исследований ДВО РАН “ДАЛЬНИЙ ВОСТОК” (грант ДВО РАН 15-I-2-014).

Acknowledgements. The study was funding by the RFBR, project No. 16-05-00097a, and accomplished under the “The Far East” Program of Fundamental Research (FEB RAS grant 15-I-2-014).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоровский В.С., Скляр Е.В., Изох А.Э., Котов А.Б., Лавренчук А.В., Мазукабзов А.М. Сдвиговой тектогенез и щелочно-базитовый магматизм в коллизионной системе каледонид Западного Прибайкалья // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 5. С. 682–700.
2. Hartley A.J., Tutnef P.W., Williams G.D., and Flint S.P. Paleromagnetism of the Cordillera de la Costa, northern Chile Evidence for locas foreaic rotation // Earth and Planet. Sci. Lett. 1988–1989. No. 3–4. P. 375–386.
3. Wells R.E. and Hillhouse J.W. Paleomagnetism and tectonic rotation of the lower Miocene Peach Springs Tuff // Bull. Geol. Soc. Amer. 1989. Vol. 101. No. 6. P. 846–863.
4. Паталаха Е.И., Хрычев Б.А. Листрические разломы в складчатых областях // Геотектоника. 1988. № 4. С. 8–19.
5. Собсевич А.Л. Избранные задачи математической геофизики, вулканологии и геоэкологии. Т. I. М.: ИФЗ РАН, 2012. 512 с.
6. Беллавин О.В., Алейников А.Л. Определение формы гранитных массивов по гравиметрическим данным // Советская геология. 1968. № 2. С. 63–74.
7. Алейников А.Л., Беллавин О.В. Отражение строения интрузивных массивов в рельефе Среднего и Южного Урала // Геоморфология. 1976. № 3. С. 56–61.

8. Романовский Н.П. Тихоокеанский сегмент Земли: Глубинное строение, гранитоидные рудно-магматические системы. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 1999. 166 с.
9. Харченко В.М. Природа структур центрального типа и закономерности распространения залежей углеводородов, локальных и региональных очагов землетрясений // Вестн. СевКавГТУ. 2006. № 2(6). С. 17–21.
10. Уткин В.П. Сдвиговый структурный парагенез и его роль в континентальном рифтогенезе Восточной окраины Азии // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 3. С. 21–43.
11. Коковкин А.А. Эволюция новейшей окраинно-континентальной структуры Намибии и структура-антипод Востока Азии. Саратов: Приволж. книжн. палата, 2014. 187 с.
12. Худяков Г.И. О происхождении горных хребтов в южной части Дальнего Востока // Вопр. геоморфологии и морфотектоники южной части Дальнего Востока. Владивосток: ДВ кн. изд-во, 1965. С. 144–150.
13. Гольдин С.В., Кучай О.А. Сейсмоструктурные деформации Алтае-Саянской сейсмо-активной области и элементы коллизионно-блочной геодинамики // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 7. С. 692–723.
14. Уткин В.П. Горст-аккреционные системы, рифто-грабены и вулканические пояса Юга Дальнего Востока России. Ст. 1: Горст-аккреционные системы и рифто-грабены // Тихоокеанская геология. 1996. Т. 15. № 6. С. 44–72.
15. Гаврилов А.А. Происхождение горных сооружений Юга Дальнего Востока России (ст. 1. Орогенные пояса) // Геоморфология. 2014. № 3. С. 3–17.
16. Гаврилов А.А. Происхождение горных сооружений территории Юга Дальнего Востока России (ст. 2. Горные хребты) // Геоморфология. 2014. № 3. С. 17–30.
17. Онухов Ф.С., Алексеенко С.Н. Неотектоника Амурской плиты // Тектоника, глубинное строение и минерагения Востока Азии: VIII Косыгинские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2013. С. 432–436.
18. Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере Востока СССР). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 182 с.
19. Онухов Ф.С., Корчагин Ф.Г. Неотектоника Эворон-Чукчагирской структурной зоны // Тихоокеанская геология. 1992. № 1. С. 68–77.
20. Корчагин Ф.Г., Бормотов В.А., Быков В.Г., Горнов П.Ю., Каплун В.Б., Кузнецов В.Е., Лунева М.Н., Меркулова Т.В., Онухов Ф.С., Тимофеев В.Ю. Мониторинг сейсмических зон Хабаровского края. Владивосток: Дальнаука, 2002. 240 с.
21. Онухов Ф.С., Бормотов В.А., Алексеенко С.Н., Рыбас О.В. Основные черты дизъюнктивной тектоники Восточной Азии: предварительный анализ радарного космоснимка // Тектоника и глубинное строение Востока Азии: VI Косыгинские чтения. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2009. С. 71–74.
22. Корчагин Ф.Г., Онухов Ф.С. Проблемы сейсмоструктоники Приамурья // Строение и эволюция Востока Азии. II Косыгинские чтения. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 1999. С. 297–301.
23. Врублевский А.А., Онухов Ф.С., Корчагин Ф.Г., Чжао Чунь Цзинь, Изосов Л.А., Дуань Жуй Янь, Хе Гоци. Тектоническое районирование неоднородностей сопредельных территорий востока России и Китая // Вестн. ДВО РАН. 1996. № 3. С. 7–21.
24. Уфимцев Г.Ф., Алексеенко С.Н., Онухов Ф.С. Морфотектоника Нижнего Приамурья // Тихоокеанская геология. 2009. № 6. С. 81–93.
25. Николаев В.В., Семёнов Р.М., Оскорбин Л.С., Карсаков Л.П., Малышев Ю.Ф., Онухов Ф.С., Ставров В.Н. Сейсмоструктоника и сейсмическое районирование Приамурья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 128 с.
26. Хаин В.Е. Мегарельеф Земли и тектоника литосферных плит // Геоморфология. 1989. № 3. С. 3–15.
27. Пересторонин А.Н., Развозжаева Е.П. Система кайнозойских депрессий Приамурья и Приморья: строение, тектоническая позиция и геодинамическая интерпретация // Тихоокеанская геология. 2011. Т. 30. № 2. С. 58–74.
28. Раген Э. Геология гранита. М.: Недра, 1979. 327 с.
29. Середин В.В. Сводо-глыбовые структуры Тихоокеанского орогенного пояса. М.: Недра, 1987. 181 с.
30. Лишневский Э.Н., Шевченко В.К., Бронгулеев В.В. (мл). Геологические признаки и проблема постмагматического поднятия гранитов (на примере Нижнего Приамурья и Западного Приохотья) // Геотектоника. 1976. № 5. С. 93–100.
31. Шевченко В.К. Механизмы горообразования в Забайкалье и на юге Дальнего Востока // Геоморфология. 1986. № 4. С. 15–23.

REFERENCES

1. Fedorovskiy V.S., Sklyarov E.V., Izokh A.E., Kotov A.B., Lavrenchuk A.V., and Mazukab-zov A.M. Shear tectogenesis and alkali-basite magmatism in the collisional system of Caledonides of Western Pribaikalie. *Rus. Geol. Geofiz.* 2010. Vol. 51. No. 5. P. 682–700. (in Russ.)
2. Hartley A.J., Tutnef P.W., Williams G.D, and Flint S.P. Paleomagnetism of the Cordillera de la Costa, northern Chile Evidence for local forearc rotation. *Earth and Planet. Sci. Lett.* 1988–8. No. 3–4. P. 375–386.
3. Wells R.E. and Hillhouse J.W. Paleomagnetism and tectonic rotation of the lower Miocene Peach Springs Tuff. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 1989. Vol. 101. No. 6. P. 846–863.
4. Patalakha E.I. and Khrychev B.A. Listric faults in the folded areas. *Geotektonika*. 1988. No. 4. P. 8–19. (in Russ.)
5. Sobasevich A.L. Izbrannyye zadachi matematicheskoi geofiziki, vulkanologii i geoekologii (Selected problems of mathematical geophysics, volcanology and geoecology). Moscow: IFZ RAN (Publ.), 2012. Vol. I. 512 p.
6. Bellavin O.V. and Aleinikov A.L. Determination of the form of granite massifs from gravimetric data. *Sov. Geol.* 1968. No. 2. P. 63–74. (in Russ.)
7. Aleinikov A.L. and Bellavin O.V. Reflection of the structure of the intrusive massifs in the relief of the Middle and South Urals. *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 1976. No. 3. P. 56–61. (in Russ.)
8. Romanovskii N.P. *Tikhookeanskiy segment Zemli: Glubinnoye stroenie, granitoidnye rudno-magmatische sistemy* (The Pacific segment of the Earth: Deep structure, granitoid ore-magmatic systems). Khabarovsk: ITiG DVO RAN (Publ.), 1999. 166 p.
9. Kharchenko V.M. The nature of structures of the central type and the distribution regularities of hydrocarbon deposits, local and regional earthquake foci. *Vestn. SevKavGTU*. 2006. No. 2(6). P. 17–21. (in Russ.)
10. Utkin V.P. Shear structural paragenesis and its role in the continental riftogenesis of the East Asian margin. *Tikhookean. Geol.* 2013. Vol. 32. No. 3. P. 21–43. (in Russ.)
11. Kokovkin A.A. Evolutsiya noveishei okrainno-koninental'noi struktury Namibii i struktura-antipod Vostoka Azii (Evolution of the modern marginal-continental structure of Namibia and the structure-antipode of East Asia). Saratov: Privolzhskaya knizhnaya palata (Publ.), 2014. 187 p.
12. Khudiyakov G.I. On the origin of mountain ranges in the southern part of the Far East, in *Voprosy geomorfologii i morfotektoniki yuzhnoi chasti Dal'nego Vostoka* (Issues on geomorphology and morphotectonics of the southern part of the Far East). Vladivostok: Dal'nevostochnoe knizhnoe izdatel'stvo (Publ.), 1965. P. 144–150.
13. Gol'din S.V. and Kuchai O.A. Seismotectonic deformations in the Altai-Sayan seismoactive area and elements of block collision geodynamics. *Rus. Geol. Geofiz.* 2007. Vol. 48. No. 7. P. 692–723. (in Russ.)
14. Utkin V.P. Horst-accretionary systems, rift-grabens and volcanic belts of the Russian Far East South. (Paper 1. Horst-accretionary systems and rift-grabens). *Tikhookean. Geol.* 1996. Vol. 15. No. 6. P. 44–72. (in Russ.)
15. Gavrilov A.A. The origin of mountain edifices of the Russian Far East South (Paper 1. Orogenic belts). *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 2014. No. 3. P. 3–17. (in Russ.)
16. Gavrilov A.A. The origin of mountain edifices of the Russian Far East South (Paper 2. Mountain ranges). *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 2014. No. 3. P. 17–30. (in Russ.)
17. Onukhov F.S. and Alekseenko S.N. Neotectonics of the Amur plate, in *Tektonika, glubinnoe stroenie i minerageniya Vostoka Azii: VIII Kosygin'skiye chteniya* (Tectonics, deep structure and minerageny of East Asia: VIII Kosygin's readings). Vladivostok: Dal'nauka (Publ.), 2013. P. 432–436.
18. Ufimtsev G.F. *Tektonicheskii analiz rel'efa (na primere Vostoka SSSR)* (Tectonic analysis of the relief (as exemplified from the East of the USSR)). Novosibirsk: Nauka SO (Publ.), 1984. 182 p.
19. Ohukhov F.S. and Korchagin F.G. Neotectonics of the Evoron-Churchagir structural zone. *Tikhookean. Geol.* 1992. No. 1. P. 68–77. (in Russ.)
20. Korchagin F.G., Bormotov V.A., Bykov V.G., Gornov P. Yu., Kaplun V.B., Kuznetsov V.E., Luneva M.N., Merkulova T.V., Onukhov F.S., and Timofeev V. Yu. *Monitoring seismicheskikh zon Khabarovskogo kraya* (Monitoring of seismic zones of the Khabarovsk Territory). Vladivostok: Dal'nauka (Publ.), 2002. 240 p.
21. Onukhov F.S., Bormotov V.A., Alekseenko S.N., and Rybas O.V. The main features of disjunctive tectonics of East Asia: a preliminary analysis of radar satellite image, in *Tektonika i glubinnoe stroenie Vostoka Azii: VI Kosygin'skiye chteniya* (Tectonics and deep structure of East Asia: VI Kosygin's readings). Khabarovsk: ITiG DVO RAN (Publ.), 2009. P. 71–74.

22. Korchagin F.G. and Onukhov F.S. Problems of seismotectonics of Priamurye, in *Stroenie i evolutsiya Vostoka Azii: II Kosygin'skiye chteniya* (The structure and evolution of East Asia: II Kosygin's readings). Khabarovsk: ITiG DVO RAN (Publ.), 1999. P. 297–301.
23. Vrublevsky A.A., Onukhov F.S., Korchagin F.G., Zhao Chun Jin, Izosov L.A., Duan Rui Yan, and He Go Qi. Tectonic zoning of inhomogeneities of the adjacent areas in the east of Russia and China. *Vestn. DVO RAN*. 1996. No. 3. P. 7–21. (in Russ.)
24. Ufimtsev G.F., Alekseenko S.N., and Onukhov F.S. Morphotectonics of Lower Priamurye. *Tikhookean. Geol.* 2009. No. 6. P. 81–93. (in Russ.)
25. Nikolaev V.V., Semenov R.M., Oskorbin L.S., Karsakov L.P., Malyshev Yu. F., Onukhov F.S., and Stavrov V.N. *Seismotektonika i seismicheskoye rayonirovanie Priamuriya* (Seismotectonics and seismic zoning of Priamurye). Novosibirsk: Nauka SO (Publ.), 1989. 128 p.
26. Khain V.E. Mega relief of the Earth and tectonics of the lithospheric plates. *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 1989. No. 3. P. 3–15. (in Russ.)
27. Perestoronin A.N. and Razvozhayeva E.P. The system of Cenozoic depressions of Priamurye and Primorye: the structure, tectonic position and geodynamic interpretation. *Tikhookean. Geol.* 2011. Vol. 30. No. 2. P. 58–74. (in Russ.)
28. Ragen E. *Geologiya granita* (Geology of granite). Moscow: Nedra (Publ.), 1979. 327 p.
29. Seredin V.V. *Svodo-glybovye struktury Tikhookeanskogo orogennogo poyasa* (Block-arch structures of the Pacific orogenic belt). Moscow: Nedra (Publ.), 1987. 181 p.
30. Lishnevskii E.N., Shevchenko V.K., and Bronguleyev V.V. (Jr.) Geological indications and the problem of postmagmatic uplift of granites (as exemplified from Lower Priamurye and Western Priokhotie). *Geotektonika*. 1976. No. 5. P. 93–100. (in Russ.)
31. Shevchenko V.K. Orogeny mechanisms in Trans-Baikaliya and in the south of the Far East. *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 1986. No. 4. P. 15–23. (in Russ.)