



## СТРУКТУРЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ И ОБЪ-ЗАЙСАНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ СИСТЕМЫ

Ю. А. Туркин

На основании структурно-парагенетического анализа обширной территории Большого Алтая и обобщения материалов региональных геолого-съёмочных работ, проведенных в последние десятилетия, рассмотрены особенности формирования структурного ансамбля зоны сочленения блоков окраин Сибирского континента, представленного западной частью Алтае-Саянской складчатой области и Обь-Зайсанской складчатой системы как межконтинентальной геосутуры. Приведены данные, подтверждающие формирование структур этой области сочленения в различных геодинамических обстановках (сжатия, сдвига и локального растяжения в условиях латерального выжимания и связанного с ним тектонического течения в тылу Казахстанского ороклина), а Рудно-Алтайского мегаблока – как сложной пулл-апат структуры, развитой на активной континентальной окраине в зоне правого сдвига. Рассмотрена роль в формировании данного структурного ансамбля Иртышской зоны смятия, Кулундинского массива и других его фрагментов, а также особенности их строения.

**Ключевые слова:** структурный ансамбль, пулл-апат структуры, тектоническое течение, сдвиги, дуплексы, Алтай.

DOI 10.20403/2078-0575-2016-1-94-103

## JUNCTION STRUCTURES OF THE WESTERN ALTAI-SAYAN FOLDED REGION AND THE OB-ZAYSAN FOLDED SYSTEM

Yu. A. Turkin

Based on the structural-paragenetic analysis of a wide territory of the Great Altai and summary of the recent geological survey data, the author considers structural evolution of the junction zone of the Siberian continent margin blocks represented by the western part of the Altai-Sayan folded region and the Ob-Zaysan folded system as an intercontinental geosuture. The paper provides data confirming that the structure of the junction zone evolved in various geodynamic environments – compression, strike slip, and local extension – under local pressing-out and associated tectonic flow in the rear of the Kazakhstan orocline, and the Rudny Altai megablock evolved as a complex pull-apart structure developing at an active continental margin in the right-trending strike slip zone. The importance and structural features of the Irtysh shear zone, the Kulunda massif and other fragments of the structural complex were considered.

**Keywords:** structural complex, pull-apart structures, tectonic flow, shears, duplexes, Altai.

К структурам сочленения западной части Алтае-Саянской складчатой области (АССО) и восточного обрамления Обь-Зайсанской складчатой системы (или области) автором отнесены развитые как по континентальным окраинам, так и по периокеаническому обрамлению Сибирского континента Томь-Колыванская структурно-формационная зона (СФЗ), Кулундинский массив, Рудно-Алтайская СФЗ, Иртышская зона смятия, а также переходные к структурам горноалтайского типа Белоубинско-Сарымсактинская и Цунху-Чинхэская СФЗ (рис. 1). С востока они по зонам региональных разломов граничат с блоками АССО, а на западе тектонически сближены со структурами остаточного Обь-Зайсанского эпиокеанического морского бассейна – Калба-Нарымским блоком, Западно-Калбинской СФЗ, Новосибирским прогибом и Чарской сутурной зоной (рис. 2).

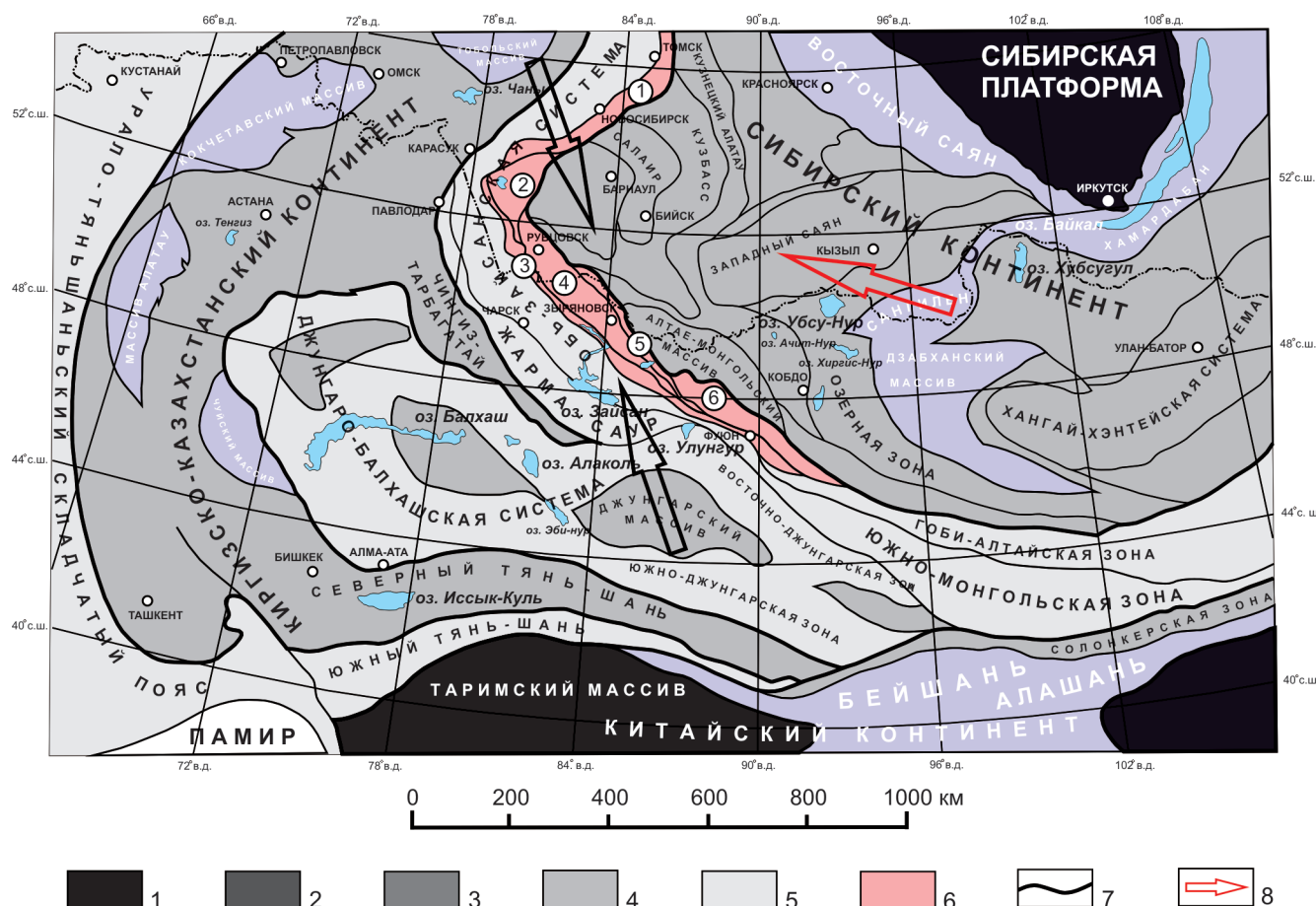
На севере и на юге структуры Обь-Зайсанской шовной зоны по зонам крупных надвигов перекрываются блоками окраин Казахстанского континента – Чингиз-Тарбагатайским и Жарма-Саурским, при этом последний в свою очередь срезается и пере-

крывается структурами активно-окраинно-континентальной Джунгаро-Балхашской системы с крупными срединными Северо-Балхашским и Джунгарским массивами.

Геотектоническое положение Обь-Зайсанской складчатой системы (ОЗСС) между сближающимися в среднем палеозое Казахстанским и Сибирским континентами позволяет рассматривать ее как мобильную шовную мегазону. При этом с учетом северного разворота данной мегазоны под плитные комплексы чехла Западно-Сибирской молодой платформы [5] она образует отчетливо выраженную Z-структуру, что подтверждает предположение о ее формировании в обстановке сжатия и правосдвигового структурно-деформационного плана.

### Колывань-Томская СФЗ

Современная структура зоны на севере ОЗСС в настоящее время рассматривается большинством исследователей как серия аллохтонных пластин, надвинутых с северо-запада (в современных координатах) на структуры Салаира – окраины Сибир-

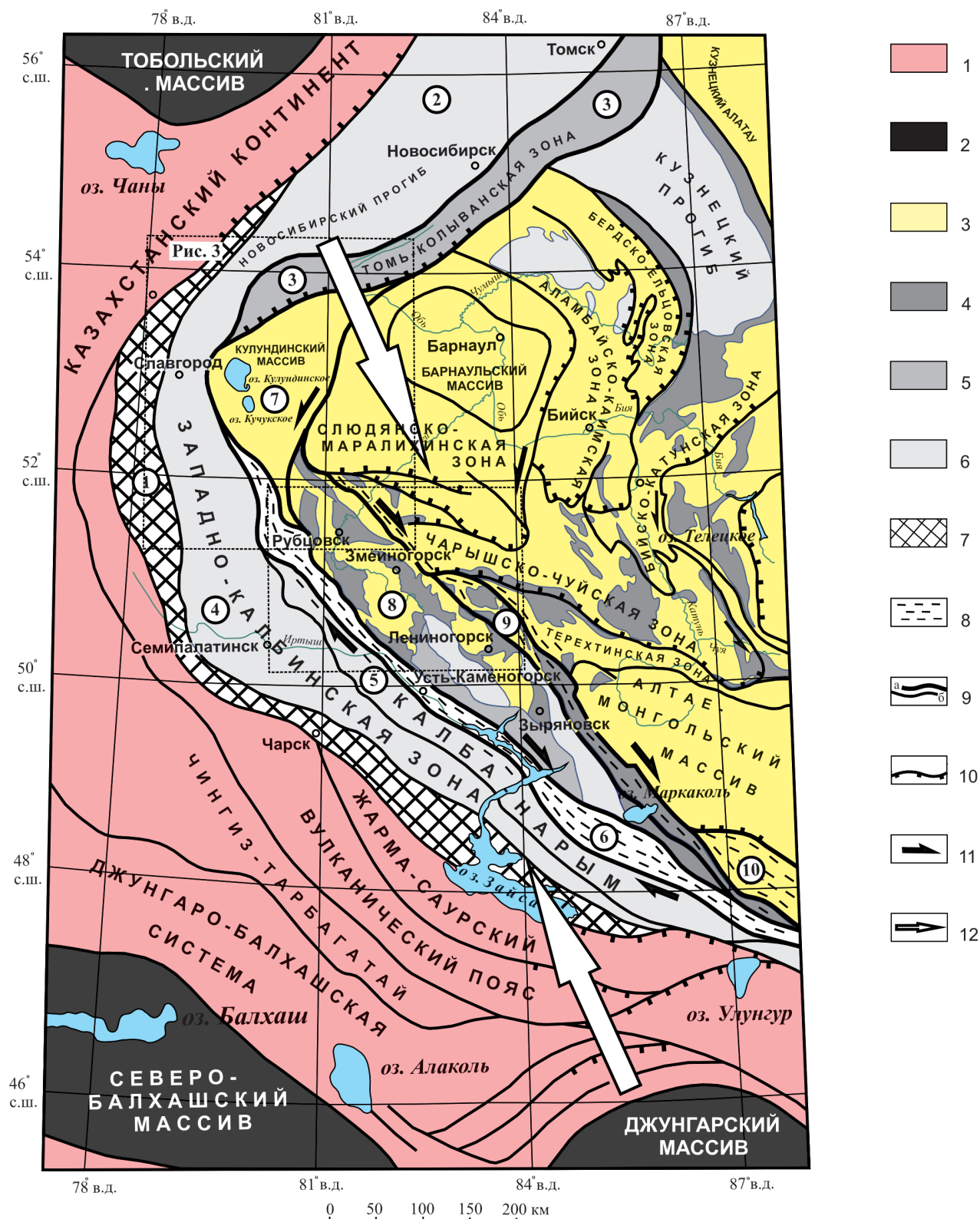


**Рис. 1.** Схема расположения главных структур сочленения западной части Алтае-Саянской складчатой области и Обь-Зайсанской складчатой системы в современных структурах Центрально-Азиатского складчатого пояса (по материалам В. Е. Хаина, Б. Н. Красильникова, Э. Н. Янова и др.)

1–5 – структуры Центрально-Азиатского складчатого пояса: 1 – докембрийские массивы и платформы, 2 – байкальские, 3 – салаирские, 4 – каледонские, 5 – герцинские (не затонирован фрагмент Альпийско-Гималайского складчатого пояса); 6 – структуры сочленения Алтае-Саянской блоково-складчатой области и Обь-Зайсанской складчатой системы (1 – Томь-Колыванская зона, 2 – Кулундинский жесткий массив, 3 – Иртышская зона смятия, 4 – Рудно-Алтайская зона, 5 – Белоубинско-Сарымсактинская зона, 6 – Цунху-Чинхэская зона); 7 – границы эпикаледонских континентальных массивов; 8 – главные направления тектонических потоков в среднем палеозое

ского эпикаледонского континента. Структурно-вещественные комплексы, слагающие эти аллохтоны, свидетельствуют о формировании зоны в периокеанической области крупного палеобассейна (остатков Палеоазиатского океана) как энсиматической островной дуги на коре океанического или переходного типв. Весьма характерно торцевое сочленение Колывань-Томской (или, по другим авторам, Томь-Колыванской) СФЗ как пакета аллохтонных пластин со структурами Салаира, свидетельствующее о смене (возможно, циклической) в девонское время ориентировки главного вектора тектонического потока и оси сжатия с восточного на юго-восточный и южный. С учетом современных данных последнее может быть связано с конформным изгибанием раздробленного на мелкие континентальные массивы Казахстанского континента – Казахстанского ороклина, принимавшего под давлением извне (с учетом Северо-Тяньшаньского массива и отторгнутых зонами герцинской тектономагматической переработки Балхашского и Джунгарского массивов) под-

ковообразную форму при сближении с более крупным Сибирским континентом. Более отчетливо это выражено в формировании девонского Джунгаро-Балхашского активно-окраинно-континентального пояса как крупной региональной ороклинальной структуры. Это отмечено многими исследователями, в том числе привлеченными материалами палеомагнитных исследований [4], указывающие на поворот северной и южной частей Казахстанского вулканического пояса относительно друг друга на 90°. Также достаточно убедительны результаты, полученные в последнее время Н. М. Левашовой, К. Е. Дегтяревым, М. Л. Баженовым и свидетельствующие о том, что имеющий подковообразные очертания девонский вулканический пояс Казахстана (и в целом Джунгаро-Балхашская система) первоначально был почти прямолинейной структурой северо-западного простирания [6]. По их мнению, его наиболее интенсивное ороклинальное изгибание происходило в среднем девоне – первой половине карбона, при этом северная часть вулканического



**Рис. 2.** Структурно-тектоническая схема зоны сочленения главных структур окраин Сибирского континента, шовой Обь-Зайсанской складчатой системы и Казахстанского окраинно-континентального орогена

1 – каледониды и наложенные вулканические пояса окраин Казахстанского континента; 2 – срединные массивы Казахстанского континента; 3 – каледониды Алтае-Саянской складчатой области; 4–6 – герцинские прогибы Сибирского континента и его периокеанического обрамления: 4 – ранне-среднедевонские и средне-позднедевонские, 5 – позднедевонские, 6 – каменноугольные; 7 – Чарская сутурная зона; 8 – главные зоны смятия; 9 – границы структур сочленения АССО и ОЗСС (а) и прочие структурные швы (б); 10 – зоны надвигов; 11 – направления относительного горизонтального перемещения блоков; 12 – главные направления тектонического потока; структурные зоны (цифры в кружках): 1 – Чарская, 2 – Новосибирский прогиб, 3 – Томь-Колыванская, 4 – Западно-Калбинская, 5 – Калба-Нарымская, 6 – Иртышская, 7 – Кулундинский массив, 8 – Рудно-Алтайская, 9 – Белообинско-Сарымсактинская, 10 – Цунху-Чинхэская



пояса (восточная в древних координатах) была развернута относительно своей южной (притяньшаньской) части на 180°.

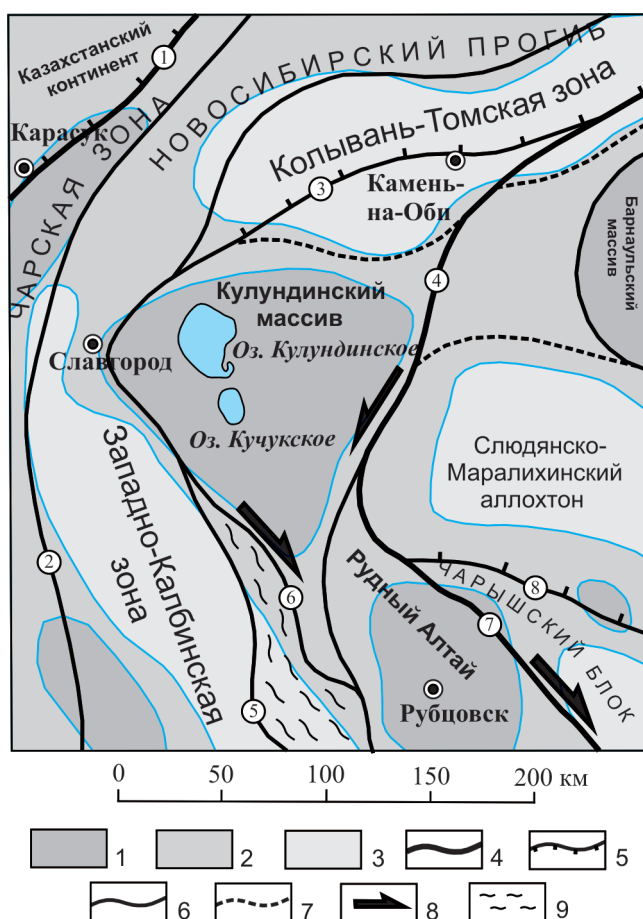
Если рассматривать всю область схождения Казахстанского и Сибирского континентов как единый структурный ансамбль, то отмеченное изгибание казахстанских структур вполне логично объясняет формирование чешуйчато-надвиговой структуры Колывань-Томской зоны давлением со стороны северного сегмента Казахстанского континента и Тобольского массива. Далее, уже в пределах структур западной окраины Сибирского континента, в условиях латерального выжимания, охватившего значительную часть западной (в современных координатах) окраины АССО, можно предполагать сильную дисторсию и последующую бифуркацию данного тектонического потока на две ветви – восточную салаирскую (с формированием Аламбайского аллохтона и пакета надвиговых пластин Восточного Салаира) и южную алтайскую с формированием Слюдянско-Маралихинского (Талицкого) аллохтона и крупной сложной Чарышско-Чуйской параавтохтонной структуры.

### Кулундинский массив

Особое место среди структурного ансамбля структур сочленения АССО и ОЗСС занимает выделенный по геофизическим данным Кулундинский массив треугольно-клиновидной формы. Он локализован на относительно остром «выклинивании» сравнительно жестких структур западной части АССО и вдавлен в более мягкие структуры шовной части ОЗСС, что обусловило резкий пережим и «перелом» последней с резкой сменой ее простирания от северо-западного до северо-восточного и сокращением ширины структуры от 150–200 до 100 км (рис. 3).

На карте остаточных аномалий силы тяжести (по И. А. Кочеткову) Кулундинскому массиву соответствует обширный Славгородский гравитационный максимум, кулисообразно продолжающий Алейско-Рубцовский гравитационный максимум, который, в свою очередь, фиксирует Рубцовское и Алейское поднятия Рудного Алтая.

Кулундинский массив, ранее известный в литературе (данные М. Д. Морозова, В. В. Бродового, 1963) как Славгородская жесткая глыба, по мнению И. А. Кочеткова, является развернутым на северо-восток по часовой стрелке продолжением Рудного Алтая, о чем свидетельствуют полное сходство их гравитационных и магнитных характеристик. При этом характерна преимущественная северо-западная ориентировка локальных магнитных аномалий интенсивностью 300–600 гамм. В локальном понижении гравитационного поля в районе оз. Кучукское (Благовещенский прогиб, по И. А. Кочеткову) скважинами вскрыты вероятно девонские глинисто-кремнистые сланцы и кислые вулканиды, тогда как в эпицентре максимума силы тяжести второго порядка Ленковской глубокой скважиной вскры-



**Рис. 3.** Схема локализации Кулундинского массива и других блоков зоны сочленения АССО и ОЗСС в генерализованных полях остаточных гравитационных аномалий первого порядка (по И. А. Кочеткову, 1972)

1–3 – поля остаточных гравитационных аномалий: 1 – гравитационные максимумы, 2 – промежуточные, 3 – гравитационные минимумы; 4 – сутурные швы (границы Казахстанского и Сибирского континентов); 5 – главные надвиги; 6 – прочие структурные швы; 7 – предполагаемые, вероятно надвиговые, границы блоков; 8 – основные направления относительного перемещения блоков; 9 – Иртышская зона смятия. Разломы (цифры в кружках): 1 – Калба-Чингизский, 2 – Горностаевский, 3 – Каменский, 4 – Тюменцевский, 5 – Теректинский, 6 – Иртышско-Маркакольский, 7 – Локтевско-Маркакольский, 8 – Чарышский

ты фиолетовые алевролиты и глинистые сланцы, в большей степени идентифицирующиеся с флишидами корбалихинской толщи.

Южная зауженная часть Кулундинского массива по данным бурения сложена метаморфизованными в филлитовой и, локально, зеленосланцевой фациях существенно терригенными флишоидами (турбидитами) континентального склона (корбалихинская толща силурийско-раннедевонского возраста), которые наряду с интрузивными образованиями, составляют вещественную основу Рубцовского и Алейского поднятий.

Северная часть Кулундинского относительно «жесткого» массива перед фронтом Томь-Колыванского пакета аллохтонов, где фиксируется пониженный гравитационный фон, вероятнее всего,



перекрыта мощными тектоническими пластинами, сложенными структурно-вещественными комплексами салаирского типа, и структурно соответствует широкому тыловому чешуйчатому вееру Каменского надвига.

Таким образом, совокупность имеющихся в настоящее время данных позволяет считать, что данный массив является отторгнутой по Тюменцевскому разлому краевой (периокеанической) частью Сибирского континента (континентальный склон и подножие), сформированной в условиях преобладающего сжатия и латерального выжимания в центральной части Казахстанского ороклина. Также можно предполагать более позднее перемещение данного массива как параавтохтонного блока в южном (в современных координатах) направлении по Тюменцевскому правому сдвигу с амплитудой до 100 км. Кроме того, важно наличие резкой гравитационной ступени на самом западном «острие» Кулундинского массива, где можно прогнозировать частичное перекрытие последнего калбинскими структурами ОЗСС при максимальном сближении (до 50 км) Славгородского и Карасукского (Чарской зоны) гравитационных максимумов.

### Рудный Алтай

Наибольший интерес с позиции уникальной рудоносности вызывает линзовидный Рудно-Алтайский мегаблок, сформированный при сложном сочетании (на различных иерархических уровнях организации вещества сплошной структурированной среды) геодинамических обстановок сжатия, растяжения и горизонтального сдвига в вертикальной плоскости. Более детально особенности формирования структуры данного мегаблока были рассмотрены автором ранее [8]. В настоящее время имеется весь комплекс признаков его заложения и развития как крупной пулл-апарт структуры на активизированной окраине Сибирского континента с развитием, согласно принципу фрактальной дискретности литосферы, системы более мелких «пулл-апарт» бассейнов в ранге подзон и выделяемых в настоящее время девонских вулканогенных прогибов: Шубинского, Таловско-Рубцовского, Змеиногорского, Золотушинского, Быструхинского, Лениногорско-Зыряновского, а также смежной с Рудноалтайским мегаблоком Белоубинско-Сарымсактинской зоны (рис. 4).

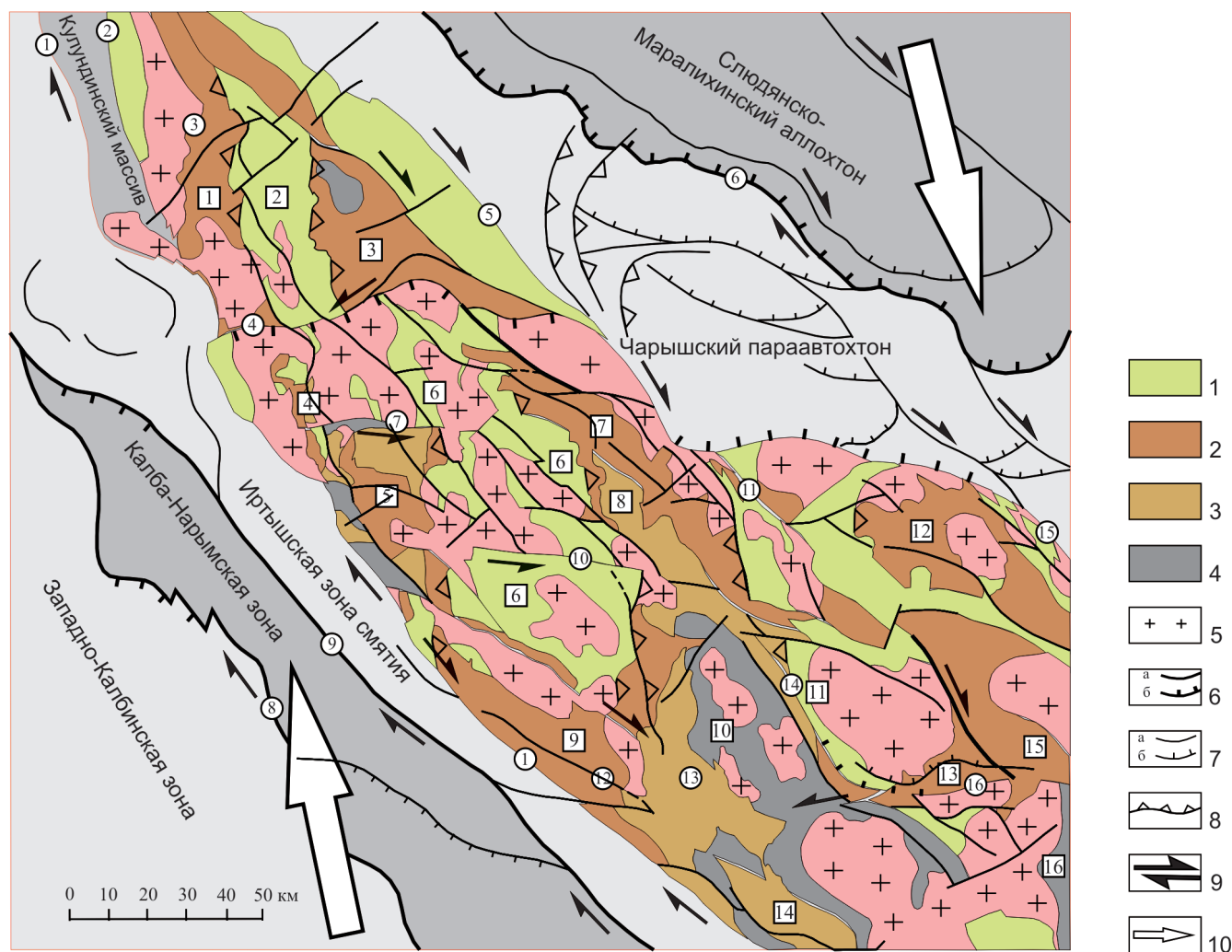
Для отдельных прогибов Рудного Алтая, наряду с дуплексно-лозанжевым строением всего мегаблока, картируются деформированные при последующих аккреционно-коллизийных процессах сбросо-раздвиговые субмеридиональные ограничения, развитые в кинематической позиции трещин отрыва в соответствии с существовавшим в девоне правостовиговым структурно-деформационным планом (см. рис. 4).

В современной тектонической структуре региона Рудно-Алтайский мегаблок имеет отчетливо

выраженное дуплексное строение (аналогично С-С-структуре тектонитов в соответствии с принципом фрактальной дискретности литосферы). Дуплексы ограничены структурообразующими разломами северо-западного и субширотного направлений, своей длинной осью ориентированы в западно-северо-западном направлении и аппроксимируются эллипсоидом деформации, ориентировка осей которого по отношению к главным структурообразующим и ограничивающим разломам (Иртышской и Северо-Восточной зонам смятия) свидетельствует о формировании структур региона в условиях правостовигового тектонического течения. В соответствии с общим структурным планом антитетические субширотные разломы имеют левостовиговую кинематику с эволюцией во взбросо-надвиго (Варшавский сдвиг-надвиг, Алейский и Третьяковский (Южно-Орловско-Боровлянский) взбросы в России, Ивановский надвиг и Бухтарминский разлом в Казахстане), а в позиции трещин отрыва (локальных зон растяжения) развиты субмеридиональные разломы (деформированные ограничения большинства девонских прогибов Рудного Алтая) с кинематикой сбросов. Это подтверждается результатами геологического картирования (смещение реперных тел), бурения (разбуренные сместители взбросов и надвигов) и геофизическими данными (смещение и резкие изгибы градиентных зон и осей аномалий).

Наряду с дуплексным строением и резкой обособленностью богатого полиметаллического оруденения в пределах данной структуры, внимания заслуживает еще целый ряд особенностей глубинного строения и состава Рудно-Алтайского мегаблока. Можно считать установленным, что рассматриваемая структура формировалась в обстановке общего сжатия в зоне сдвигового течения на континентальной окраине. Комплекс основания девонских прогибов здесь представлен относительно глубоководными турбидитами континентального склона и подножия (корбалихинская толща силура – раннего девона), тогда как восточнее, в западной части АССО, в это время существовал обширный мелководно-морской бассейн с накоплением карбонатно-терригенных отложений в условиях открытого шельфа. Последние представлены в смежном Чарышском блоке и в переходной Белоубинско-Сарымсактинской зоне. Таким образом, разделяющая горноалтайские и рудноалтайские структуры Северо-Восточная зона смятия, вероятнее всего, была изначально заложена по границе, фиксирующей резкую смену фациальных условий осадконакопления.

Данные по геофизическому изучению Рудно-Алтайской зоны свидетельствуют о сокращенной мощности под ней земной коры и наличии гребневидного вала поверхности Мохоровичича, что характеризует данную структуру как зону трансформации (растяжения). В срединной зоне Рудного Алтая предполагается наличие мантийного астенолита, протяженность которого по падению на северо-вос-



**Рис. 4.** Схема блокового (дуплексного) строения северо-западной части Рудного Алтая (составлена с использованием материалов Г. Н. Щербы, Б. А. Дьячкова, О. В. Мурзина и др.)

1 – поднятия (участки локального сжатия, поп-ап структуры); 2–4 – деформированные прогибы типа «пулл-апарт»: 2 – ранне-среднедевонские и средне-позднедевонские, 3 – позднедевонские, 4 – позднедевонско-раннекаменноугольные и каменноугольные; 5 – интрузивные массивы разного возраста; 6 – структурные швы, главные разломы, в том числе сдвиги (а) и надвиги (б); 7 – прочие разломы разной кинематики (а) и надвиги (б); 8 – сбросы, зоны растяжения; 9 – главные направления относительного перемещения блоков; 10 – основные направления тектонических потоков в девоне. *Главные структуры (цифры в квадратах).* Поднятия: 2 – Рубцовское, 6 – Алейское, 11 – Синюхинское; прогибы: 1 – Шубинский, 3 – Таловско-Рубцовский, 4 – Локтевский, 5 – Золотушинский, 7 – Змеиногорский, 8 – Шипуновский, 9 – Белоусовский, 10 – Быструшинский, 12 – Белоубинский, 13 – Лениногорский, 14 – Бухтарминский, 15 – Лениногорско-Зыряновский, 16 – Маймырский. *Разломы (цифры в кружках):* 1 – Иртышский, 2 – Тюменцевский, 3 – Сростинский, 4 – Варшавский, 5 – Локтевско-Маркакольский, 6 – Чарышский, 7 – Алейский, 8 – Теректинский, 9 – Калба-Нарымский, 10 – Южно-Орловско-Боровлянский, 11 – Белорецко-Маркакольский, 12 – Белоусовский, 13 – Орловский, 14 – Орловско-Бутахихинский, 15 – Локтевско-Караиртышский (Хайдунский), 16 – Ивановский

ток под углом  $50^\circ$  составляет 70 км [2], что придает данной структуре отмеченные рядом исследователей [1] признаки рифтогенной структуры с повышенным тепловым потоком.

В процессе изучения геологического строения установлены повышенная мощность девонских отложений Рудного Алтая по сравнению со структурами смежных регионов (4–5 км в средней части по сравнению с 1–2 км в бортовых структурах) и повышенная углеродистость терригенных пород. Девонские отложения формировались в условиях резко расчлененного шельфа при большом количестве внутриформационных несогласий, что характерно

для структур сдвига-раздвигового типа, при этом наиболее относительно глубоководные и мощные толщи вулканогенно-осадочных пород развиты в «пиковой» средней стадии (главный цикл) развития структуры (заводская и каменевская свиты живетского и живетско-франского возраста). Наряду с интенсивным осадконакоплением девонское время развития данной структуры характеризуется интенсивным вулканизмом и интрузивным магматизмом (гораздо более интенсивным, чем в смежных структурах), сопряженными с подъемом астенолита и преобладающими условиями растяжения в пределах данной структуры.





При анализе всех имеющихся материалов по геологическому строению региона обращает на себя внимание аналогия с подобными структурами на активных континентальных окраинах, в частности, с серией бассейнов (грабенов, полу-грабенов) Сихотэ-Алиня [3] или с Калифорнийской системой окраинно-континентальных правых сдвигов (по Crowell, 1962) [7], где в последнее время предполагается образование рифтогенных сдвиго-раздвиговых структур (бассейнов типа «пулл-апарт») и ритмичность развития данных процессов. В связи с этим и для девонских структур Рудного Алтая можно предполагать чередование стадий сжатия и растяжения или сложный механизм их формирования с одновременным участием либо преобладанием субдукционной (сжатия и горизонтального сдвига в горизонтальной плоскости) или трансформной (горизонтального сдвига в вертикальной плоскости и сопряженного с ним локального растяжения) геодинамических составляющих. При этом отчетливо фиксируется цикличность активных вулканических процессов при общей антидромной последовательности рудноалтайского вулканизма, согласующаяся с общим импульсивным характером развития субдукционного процесса.

Таким образом, уменьшенная мощность земной коры в Рудно-Алтайской зоне, ее геотектоническое положение и внутреннее строение позволяют рассматривать данную структуру на ранней стадии ее развития как сложную зону транстензии сдвиго-раздвигового (рифтогенного) типа с повышенным тепловым потоком, формировавшуюся в условиях косо́й субдукции, общего сжатия на окраине Сибирского континента и локального косо́го растяжения в пределах энсиматического сегмента активной континентальной окраины, впоследствии тектонически обособленного в виде Рудно-Алтайского мегаблока. При этом логично предположить, что в целом Рудно-Алтайская зона сформирована как крупная пулл-апарт структура (в региональном плане она представляет собой линзу с выклиниванием на юго-востоке в районе оз. Маркаколь и на северо-западе под чехлом рыхлых отложений Кулундинской впадины) в зоне трансрегионального Маркакольского линейamenta правосдвиговой кинематики, состоящая (в соответствии с принципом фрактальной дискретности литосферы) из системы более мелких бассейнов типа «пулл-апарт». Последние с фрагментарно сохранившимися, сильно деформированными и смещенными по субширотным левым сдвигам субмеридиональными раздвиговыми (сбросовыми) границами в целом соответствуют основным вулканическим и терригенным девонским прогибам: Шубинско-Новоерьевскому, Рубцовско-Таловскому, Змеиногорскому, Золотушинскому, Прииртышскому, Быструхинскому, Бутарминскому, Лениногорско-Зыряновскому, Маймырскому.

Такое геотектоническое положение, заложение и развитие Рудного Алтая как крупной структуры рифтогенного типа с повышенным тепловым и флюидным потоком (эффектом всасывания), что отмечено и в более ранних исследованиях [1], вероятно, и предопределило уникальную рудоносность данного региона – Рудно-Алтайского полиметаллического пояса. В контексте данных выводов Алейско-Синюшинская подзона Рудно-Алтайской СФЗ в отличие от девонских пулл-апарт бассейнов объединяет области сжатия и поднятия (поп-ап структуры) с интенсивно проявленной складчатостью и метаморфизмом терригенных пород основания девонского разреза до зеленосланцевой фации. Расположение Рудно-Алтайского мегаблока в обширной области ламинарного правосдвигового течения (региональной зоне лозанжа) предопределило дальнейшее развитие структурообразующих продольных правосдвиговых нарушений<sup>1</sup> и сопряженных с ними ограниченно проявленных на данной площади субширотных разломов, которые развиты в кинематической позиции антитетических левосторонних срывов и в условиях деформаций простого сдвига, эволюционирующих как взбросо-сдвиги и взбросо-надвиги. Более поздние разломы северо-восточного направления формировались в кинематической позиции зон растяжения и трещин отрыва при знакопеременных разворотах главных осей эллипсоида деформаций в зависимости от интенсивности тектонических напряжений, соотношения деформации чистого и простого сдвига и чаще всего представляют собой сбросы и сбросо-сдвиги с преобладанием левосдвиговой кинематики.

В сходных условиях правосдвигового тектонического течения сформирована и Белоубинско-Сарымсактинская СФЗ, многими исследователями большей частью рассматриваемая в составе Северо-Восточной зоны смятия. Характерно ее кулисообразное по правому сдвигу расположение относительно Рудно-Алтайского мегаблока и формирование как сопряженной с последней пулл-апарт структуры. Более позднее эволюционное развитие данной СФЗ на границе и под давлением жестких структур западных окраин Сибирского континента (главным образом Алтае-Монгольского массива) предопределило трансформацию Белоубинско-Сарымсактинского блока в узкий протяженный трог (переходную шовную зону) на границе горноалтайских и рудноалтайских структур (см. рис. 1, 2).

В подобной структурной позиции переходных блоков находится и Цунху-Чинхэская СФЗ, к югу и юго-востоку продолжающая Белоубинско-Сарымсактинскую троговую зону (Северо-Восточную зону

<sup>1</sup> Синтетические срывы, в общем виде совпавшие с зонами сжатия и сплющивания в условиях деформации чистого сдвига при заложении сейсмофокальной зоны.



смятия) и сочлененная с Иртышской зоной смятия после ее выклинивания совместно с выклиниванием сдвига-раздвигового Рудно-Алтайского мегаблока (см. рис. 1). Клиновидные очертания и особенности внутреннего строения Цунху-Чинхэской зоны и ее составляющих позволяют предполагать ее формирование в обстановке интенсивного сжатия и тектонического скупивания с формированием метаморфических пород зеленосланцевой и амфиболитовой фации (фуюнская и кемучская серии), подобных развитым в Иртышской зоне смятия. По данным Г. Н. Щербы, Б. А. Дьячкова с соавторами, в указанной СФЗ широко распространены пластинчато-блоковые структуры с запрокидыванием на юго-запад линейных изоклинальных складок и чешуйчатым надвиганием тектонических пластин друг на друга и в юго-западном направлении [1]. Это фиксирует формирование рассматриваемой структурной зоны в обстановке правосдвигового структурно-деформационного плана и резкого пережима структур Обь-Зайсанской складчатой системы.

### Иртышская зона смятия

К структурам сочленения горноалтайских, рудноалтайских и калбинских структур может быть отнесена и Иртышская зона смятия. На юге она сочленяется с Цунху-Чинхэской СФЗ (сложным по строению пакетом счешуенных тектонических пластин в различной степени метаморфизованных пород) и представляет собой узкий меланжевый шов (хаотический комплекс) при широком развитии различного типа динамокластитов и метаморфитов с блоками слабометаморфизованных пород (орловская свита раннего – среднего девона). В геотектоническом плане можно предполагать ее развитие как стыковой зоны аккреции по границе активизированной окраины Сибирского эпикаледонского континента, испытывающей общее поднятие. Главными особенностями внутреннего строения и вещественного состава Иртышской зоны смятия являются ее полигенность и полихронность с сонахождением как окраинно-континентальных блоков слабометаморфизованных терригенных пород преддугового прогиба, так и блоков океанических офиолитов в сложных соотношениях с коллизионными динамометаморфическими комплексами матрикса.

На фоне общей линейности Иртышской зоны смятия (ИЗС), заложенной и в основном сформированной, по мнению ряда исследователей [1], в условиях правосдвигового тектонического течения, в ИЗС выделяются линзовидные расширения с локализацией в них высокометаморфизованных пород и океанических офиолитов (см. рис. 1, 2). В юго-восточной части зоны это Курчум-Кальжирский блок, в связи с относительно хорошей обнаженностью более детально изученный казахстанскими геологами [1, 9], а в северо-западной части – Угловско-Туруханский блок (УТБ), изученный нами только в последнее время по результатам бурения

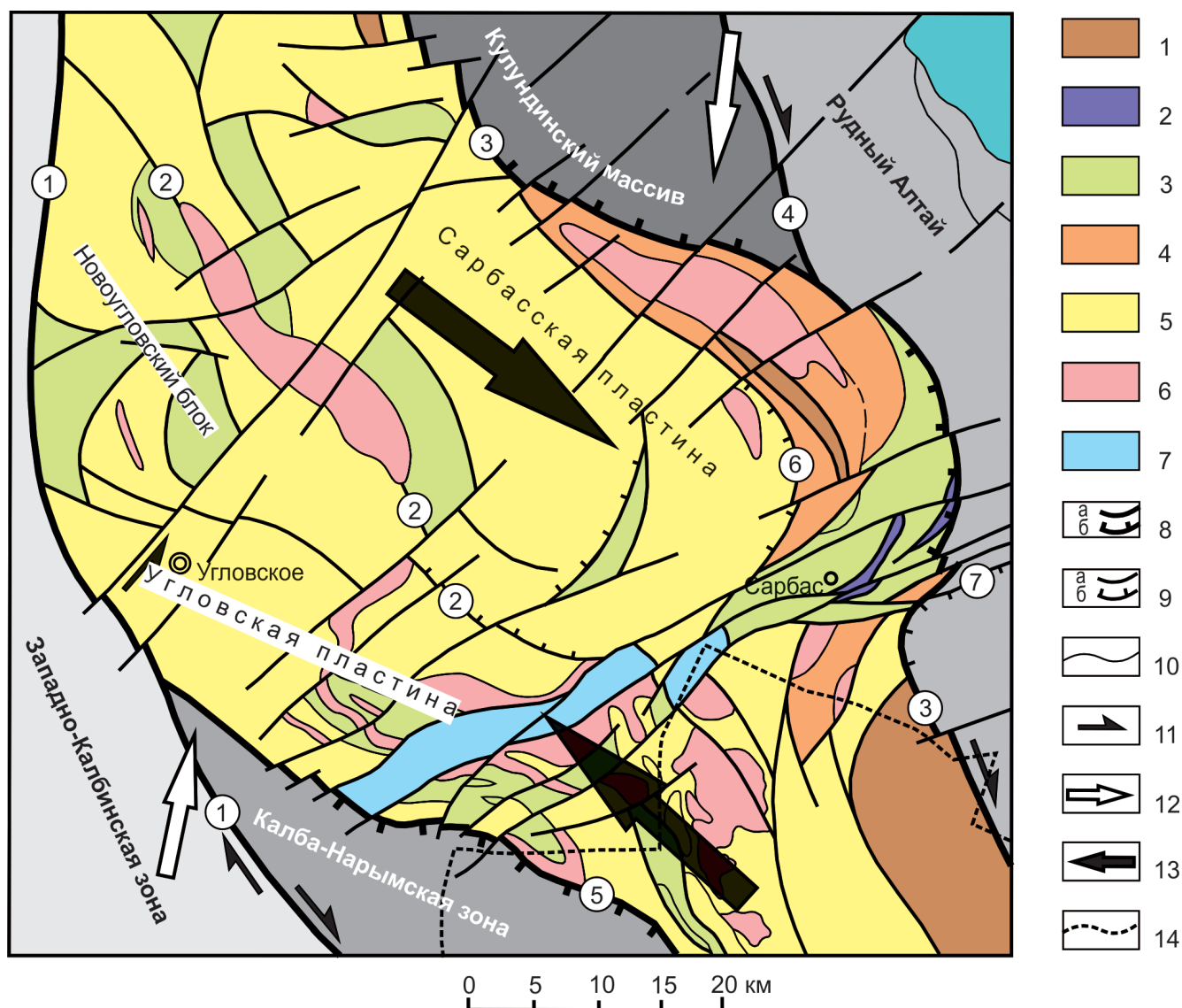
и представляющий собой меланжево-лозанжевую зону тектонического скупивания (рис. 5).

По мнению автора, в структуре данного блока, который в плане имеет вид фестонобразного расширения ИЗС, могут быть выделены относительно самостоятельные структурные единицы – Сарбасская фестон-пластина, Угловская пластина и фрагментированная северо-западная часть последней – клиновидный Новоугловский блок (см. рис. 5). В условиях доминирующего в девонско-раннекаменноугольное время правосдвигового структурно-деформационного плана и продольного конвергентного (транспрессивного) сдвига при общем субширотном сжатии данные структурные единицы, первоначально представлявшие собой сменяющие друг друга по простиранию фрагменты ИЗС, были выражены как типичные дуплексы сжатия с надвиговыми и сдвиговыми границами. Это обеспечило их совмещение по Озерно-Кузнецовско-Новоугловской зоне разломов (правых сдвигов и взбросо-надвигов), причем последняя была частично уничтожена более поздним внедрением Новоугловского интрузивного массива прииртышского комплекса.

Общая модель формирования Угловско-Туруханского блока типична для геодинамической обстановки сжатия в комбинации со сдвиговой в вертикальной плоскости геодинамической обстановкой, т. е. комбинации чистого и простого сдвигов. В результате проявились все компоненты тектонического течения: поступательное движение, деформация и вращение (в данном случае по часовой стрелке) и, как следствие, существенное участие локальной геодинамической обстановки сдвига в горизонтальной плоскости с формированием надвиговых структур. Последнее наиболее характерно для восточной фронтальной части Сарбасской пластины, где в Туруханской зоне чешуйчатых надвигов (чешуйчатого веера) на эрозионную поверхность палеозойского фундамента выведены тектонические блоки и клинья гипербазитов сарбасского комплекса и апобазальтовых амфиболитов иртышского метаморфического комплекса.

Таким образом, в отличие от Рудно-Алтайского мегаблока, развитого как зона транстенсии с формированием структурного ансамбля пулл-ап структур (дуплексов растяжения), Иртышская зона смятия представляет собой транспрессивную зону глубинного разлома с развитием поп-ап структур (дуплексов сжатия) в области правосдвигового тектонического течения всей области сочленения структур западной части АССО и ОЗСС. Определяющими для ее геотектонической позиции являются интенсивный динамометаморфизм пород различных тектонических блоков (метаморфизм зон глубинных разломов) и наличие тектонических клиньев и блоков пород океанической офиолитовой ассоциации, переклиненных с блоками метаморфитов и слабометаморфизованных терригенных пород. По строению и составу это сближает данную структуру





**Рис. 5.** Схема геологического строения Угловско-Туруханского блока Иртышской зоны смятия (составлена с использованием материалов Л. М. Юрова, В. Я. Чайко, А. Ф. Щигрева, В. М. Рыборака и др.)

1–6 – структурно-вещественные комплексы Иртышской зоны смятия: 1 – слабометаморфизованные отложения орловской свиты, 2 – гипербазиты сарбасского комплекса, 3 – амфиболиты и амфиболовые сланцы, 4 – плагигнейсы, 5 – метаморфические и кристаллические сланцы иртышского комплекса, 6 – интрузивные образования; 7 – слабометаморфизованные отложения наложенных юрских впадин; 8 – границы структурно-формационных зон (а), в том числе с надвиговой кинематической составляющей (б); 9 – прочие разломы (а), в том числе с надвиговой кинематической составляющей (б); 10 – геологические границы; 11 – направления относительного перемещения блоков; 12 – направления тектонических потоков и оси сжатия; 13 – направления тектонического течения и движения тектонических пластин при формировании Угловско-Туруханского блока; 14 – государственная граница России и Казахстана. Разломы (цифры в кружках): 1 – Теректинский, 2 – Озерно-Кузнецовско-Новоугловская зона разломов, 3 – Иртышско-Маркольский, 4 – Тюменцевский, 5 – Калба-Нарымский, 6 – Туруханская надвиговая зона, 7 – Варшавский надвиг

с древним аккреционным клином активной континентальной окраины.

### Выводы

В результате изучения особенностей строения структурного ансамбля Алтайского звена Центрально-Азиатского складчатого пояса получено подтверждение формирования структур сочленения западной части Алтае-Саянской складчатой области (как активной окраины Сибирского континента) и восточной окраины Обь-Зайсанской складчатой

системы (эпиокеанической геосутурной зоны) в обстановке общего сжатия и интенсивного правосдвигового тектонического течения в девонско-раннекаменноугольное время.

Существенными особенностями области данного сочленения является ритмично-поступательное формирование Рудно-Алтайской зоны как крупной пулл-апарт структуры, состоящей из серии более мелких девонских прогибов такого же типа (пулл-апарт бассейнов) на окраине Сибирского континента, что предопределило ее уникальную рудо-

носность, а также сопряженных с ней поднятий как структур локального сжатия (поп-ап структур). Последние развиты как участки тектонического скупивания (дуплексы сжатия области праводвигового тектонического течения) и характерны, в частности, для Иртышской аккреционной зоны смятия с фрагментами океанической коры Обь-Зайсанской межконтинентальной геосутуры.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Большой Алтай** : (геология и металлогения). В 3 кн. Кн. 1. Геологическое строение [Текст] / Г. Н. Щерба, Б. А. Дьячков, Н. И. Стучевский и др. – Алматы : Аылым, 1998. – 304 с.
2. **Глубинное** строение и минеральные ресурсы Казахстана. В 2 т. [Текст] / С. Ж. Даукеев, Б. С. Ужкенов, В. Н. Любецкий и др. – Алматы : РГП ИАЦ РК, 2002. – Т. 1 – 224 с.; Т. 2 – 272 с.
3. **Голозубов, В. В.** Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана [Текст] / В. В. Голозубов. – Владивосток : Дальнаука, 2006. – 174 с.
4. **Гришин, Д. В.** Палеомагнетизм и реконструкция среднепалеозойской структуры Центрального Казахстана [Текст] / Д. В. Гришин, Д. М. Печерский, К. Е. Дегтярев // Геотектоника. – 1997. – № 1. – С. 71–81.
5. **Западная Сибирь** В 6 т. Т. 2 [Текст] / гл. ред. В. П. Орлов, ред. т. 2 А. Э. Конторович, В. С. Сурков. // Геология и полезные ископаемые России. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2000. – 477 с.
6. **Левашева, Н. М.** Ороклинальное изгибание средне-позднепалеозойских вулканических поясов Казахстана : палеомагнитные свидетельства и геологические следствия / Н. М. Левашева, К. Е. Дегтярев, М. Л. Баженов [Текст] // Геотектоника. – 2012. – № 4. – С. 42–61.
7. **Планета Земля.** Энциклопедический справочник. Том «Тектоника и геодинамика» [Текст] / ред. Л. И. Красный, О. В. Петров, Б. А. Блюман. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2004. – 652 с.
8. **Туркин, Ю. А.** Особенности тектонического строения и геотектоническая позиция Рудного Алтая / Ю. А. Туркин [Текст] // Природные ресурсы Горного Алтая: бюллетень. Вып. 2(13). – Горно-Алтайск : Изд. Горно-Алтайского регионального отделения Рос. геол. об-ва, 2010. – С. 55–70.
9. **Хорева, Б. Я.** О возрасте метаморфических пород Курчумско-Кальжирского водораздела (юго-восточная часть Иртышской зоны смятия) [Текст]

/ Б. Я. Хорева // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1965. – № 6. – С. 39–50.

## REFERENCES

1. Shcherba G.N., Dyachkov B.A., Stuchevskiy N.I., et al. *Bol'shoy Altay: (geologiya i metallogeniya)*. Kn. 1. *Geologicheskoe stroenie* [The Great Altai (geology and metallogeny). In three books. Book 1. Geological structure]. Almaty, Aylm Publ., 1998. 304 p. (In Russ.).
2. *Glubinnoe stroenie i mineral'nye resursy Kazakhstana* [Deep subsurface structure and mineral resources of Kazakhstan]. Almaty, RGP IATs RK Publ., 2002, vol. 1, 224 p.; vol. 2, 272 p. (In Russ.).
3. Golozubov V.V. *Tektonika yurskikh i nizhnemelovykh kompleksov severo-zapadnogo obramleniya Tikhogo okeana* [Tectonics of Jurassic and Lower Cretaceous complexes of the northwestern Pacific Ocean framing]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2006. 174 p. (In Russ.).
4. Grishin D.V., Pecherskiy D.M., Degtyarev K.E. [Paleomagnetism and reconstruction of the Middle paleozoic structure of the Central Kazakhstan]. *Geotektonika – Geotectonics*, 1997, no. 1, pp. 71–81. (In Russ.).
5. *Zapadnaya Sibir' [Western Siberia]. Geologiya i poleznye iskopaemye Rossii. V 6 tomakh. T. 2* [Geology and mineral resources of Russia. In 6 volumes. Vol. 2]. Chief Editor V.P.Orlov. 2<sup>nd</sup> volume editors A.E.Kontorovich, V.S.Surkov. St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2000. 477 p. (In Russ.).
6. Levasheva N.M., Degtyarev K.E., Bazhenov M.L. [Orocline flexure of the Middle-Late Paleozoic volcanic belts of Kazakhstan: Paleomagnetic evidence and geological results]. *Geotektonika – Geotectonics*, 2012, no. 4, pp. 42–61. (In Russ.).
7. *Planeta Zemlya. Entsiklopedicheskiy spravochnik. Tom "Tektonika i geodinamika"* [Planet Earth. Book of Reference. Tectonics and Geodynamics Volume]. L.I.Krasny, O.V.Petrov, B.A.Blyuman eds. St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2004. 652 p. (In Russ.).
8. Turkin Yu.A. [Tectonic features and geotectonic position of Rudny Altai]. *Prirodnye resursy Gornogo Altaya. Byulleten'* [Natural resources of Gorny Altai. Bulletin]. Gorno-Altaysk, Gorno-Altaysk Regional Branch of the Russian Geological Society Publ., 2010, issue 2(13), pp. 55–70. (In Russ.).
9. Khoreva B.Ya. [On the age of metamorphic rocks of the Kurchum-Kalzhyr interstream area]. *AS USSR Proc., Geological Series*, 1965, no. 6, pp. 39–50. (In Russ.).

© Ю. А. Туркин, 2016

ТУРКИН Юрий Александрович, ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское Бийского р-на Алтайского края; вед. геолог региональной партии, к.г.-м.н. E-mail: jurtour@yandex.ru

TURKIN Yuri, PhD, JSC Gorno-Altayskaya Ekspeditsiya, Maloyeniseyskoye village, Biysk District, Altai Region, Russia. E-mail: jurtour@yandex.ru