

Салаев Андрей Васильевич

ГЕОЛОГИЯ СКЛАДЧАТЫХ ЗОН ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Специальность 25.00.01 – общая и региональная геология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Иркутск - 2012

Работа выполнена в порядке личной инициативы в период работы в предприятии ФГУНПП «Иркутскгеофизика»

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Мазукабзов Анатолий Муталибович (Институт земной коры, СО РАН, Иркутск)

Официальные оппоненты:

*доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Мельников Александр Иванович (Институт земной коры, СО РАН, Иркутск)
кандидат геолого-минералогических наук, профессор Сизых Анатолий Иванович (Геологический факультет ИГУ, Иркутск).*

Ведущая организация: *Институт геохимии им.А.П.Виноградова СО РАН, г.Иркутск*

Защита состоится « ____ » _____ 2012г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 003.022.02 при Институте Земной коры СО РАН в конференц-зале.

Адрес: 664033, г.Иркутск, ул.Лермонтова, 128; факс 42-70-00, e-mail: men@crust.irk.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Иркутского научного центра (в здании Института Земной коры СО РАН).

Автореферат разослан « ____ » _____ 2012 года.

Отзывы на автореферат (2 экземпляра, заверенные печатью) направлять по указанному адресу ученому секретарю совета.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат геолого-минералогических наук

Ю.В. Меньшагин

Актуальность темы: Центральная часть Восточного Саяна располагается на стыке двух региональных структур – Алтае Саянской складчатой области и Сибирской платформы. Взаимодействие этих литосферных блоков земной коры оказало существенное влияние на становление и преобразование структуры слагающих их докембрийских комплексов. Это создает значительные затруднения в восстановлении и расшифровке сложной структуры региона. Поэтому часть геологических вопросов еще не нашла своего решения. Это в первую очередь относится к проблеме выявления разноплановых деформаций, их масштабности и причин возникновения. Они фиксируются по развитию поперечных складок, усложняющих структуру региона. Подобные структуры часто являются рудоконтролирующими, чем и объясняется повышенный интерес к ним. Поэтому синтез имеющихся геологических данных, постоянно пополняемый новыми сведениями по суперпозиционным структурам, создает целостное представление о геологии региона и позволяет оперативно решать прикладные задачи, касающиеся поисков и прогноза месторождений полезных ископаемых. В этом состоит актуальность исследований. Результаты проведенного исследования будут способствовать наращиванию минерально-сырьевой базы региона, в котором уже выявлены эндогенные месторождения и рудопроявления золота, полиметаллов, редких металлов, слюды и других полезных ископаемых.

Цель исследований: Изучение формирования складчатой структуры докембрийских комплексов, поиск взаимосвязи этапов складчатости и рудообразования. Решались следующие задачи:

1. Выяснение общих закономерностей структурной организации докембрийских комплексов пород в центральной части Восточного Саяна на основе анализа сведений о структуре, метаморфизме и магматизме.
2. Выделение морфологических и генетических групп складок, этапов их формирования, выяснение возраста и связи с тектоническими режимами.
3. Выявление связи эндогенного рудообразования и складчатой структуры на основе синтеза имеющихся геологических данных.

Защищаемые положения:

1. Становление суперпозиционной структуры связано с аккреционно-коллизийными процессами, неоднократно проявленными при становлении структуры района, в условиях изменения направления тектонического сжатия во времени.
2. Конвергенция Дербинской и Бирюсинской глыб в конце позднего рифея-венда происходила в режиме ортогональной, а в раннем палеозое - «косой» коллизии.
3. Со временем становления наложенной складчатости сопряжено рудообразование, что доказывается пространственной приуроченностью эндогенных проявлений полезных ископаемых к элементам тектоники, образованным в периоды ее формирования.

Научная новизна: На исследуемой площади выявлены новые элементы геологического строения, позволяющие в ином виде представить докембрийскую структуру центральной части Восточного Саяна. Установлены и типизированы по морфологии крупные пересекающиеся складчатые структуры.

Впервые в регионе выделена группа глубинных присдвиговых складчатых структур, связанных с коллизийными процессами. Выявлено более широкое, чем считалось ранее, развитие наложенных складок, связанных с разновозрастными этапами складчатости. Установлена связь локализации эндогенных месторождений и проявлений полезных ископаемых с формированием складок, образованных в периоды коллизии.

Практическая значимость работы состоит в том, что ее результаты могут быть использованы для уточнения легенд геологических карт Восточно-Саянской серии, при проведении прогнозно-поисковых работ, региональных палеотектонических реконструкций.

Личный вклад, фактический материал и методика исследований: Многие сведения, положенные в основу работы, базируются на результатах собственных наблюдениях и разработках, значительная часть которых опубликована. Автор участвовал в крупномасштабном геологическом картировании и доизучении площадей в период с 1977 по 1993 г.г., проводившемся в пределах Дербинской глыбы, Урикско-Ийского грабена, Шарыжалгайского и Мангатгольского выступов. Является соавтором 6 производственных отчетов, в т.ч. одного в качестве ответственного исполнителя (ГДП-50 на 12 листах). В процессе работ занимался исследованиями интрузивных и стратифицированных комплексов пород, разломов, складок, составлением детальных геологических разрезов, петрографическими и структурными исследованиями, составлением структурных и тектонических карт, геологических карт. В практике широко применял фотодокументирование ключевых обнажений.

В период 1993-1999гг занимался геологическим сопровождением добычи золота на реке Бол.Бирюса в центральной части Восточного Саяна, автор 6 производственных отчетов о результатах добычи.

В период с 1999 по 2003 годы в качестве ответственного исполнителя занимался геологическим доизучением площадей масштаба 1:200000 на листах N-47-XVII, N-47- XXIII, прогнозно-поисковыми работами на золото, никель, платиноиды в пределах Урикско-Ийского грабена и Бирюсинской глыбы, разработкой программ поисковых работ на различные виды полезных ископаемых. Занимался обобщением материалов по геологии, геофизике, тектонике с составлением схем интерпретации, метаморфизма, структурных и тектонических схем, геологических карт.

В работе использованы опубликованные и фондовые картографические материалы по геологии и геофизике. Изучены более 50 листов карт масштаба 1:50000, шесть листов современных карт масштаба 1:200000 (работы 1998-2009гг). Изучены материалы по аэрогеофизическим исследованиям масштаба 1:50000 и 1:25000, по гравиметрической съемке масштаба 1:200000.

Исследование складчатых структур проводилось на основе изучения их морфологии, соотношения с магматическими комплексами, уровня метаморфизма, взаимоотношения разновозрастных складок. Анализ структуры площадей проводился по геологическим картам различного масштаба. Проводилась статистическая обработка элементов морфологии складок.

Выделялись участки развития наложенной складчатости. По соотношению складок разных этапов с интрузивными телами, строились предположения о возрасте складчатости. Этапы складчатости увязывались с геотектоническими циклами.

Анализ метаморфических условий образования складок давал выход на глубинность их формирования.

В полевых условиях изучались малые структурные формы, взаимоотношение разновозрастных складок, составлялись детальные геологические разрезы, описывались опорные обнажения. Средние по размерам складки выделялись по крупномасштабным картам, крупные - по среднемасштабным.

Публикации и апробация работы: По теме диссертации опубликовано 29 работ, включая 5 статей в реферируемых журналах, включенных в список ВАК. Результаты исследований представлялись на региональной научной конференции «Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири» (*Иркутск, 1986*), на всесоюзном совещании «Сквозные рудоконцентрирующие структуры» (*Москва, 1986*), на региональном совещании «Геология и геохронология докембрия Сибирской платформы и ее обрамления» (*Иркутск, 1987*), на V Восточно-Сибирском региональном петрографическом совещании (*Иркутск, 1989*), в научных чтениях посвященных памяти А.И. Сезько «Геология и металлогения докембрия юга Сибири» (*Иркутск, 1999*), в научно-практической конференции факультета геологии, геоинформатики и геоэкологии ИрГТУ (*Иркутск, 2004*), в научно-практической конференции «Прогноз, поиски, оценка рудных и нерудных месторождений на основе их комплексных моделей — достижения и перспективы» (*ЦНИГРИ, 2006*), в научно-практической конференции «Геология и минерально-сырьевые ресурсы центральной Сибири и прилегающих территорий» (*Красноярск, 2007*), в международной конференции «Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей» (*Иркутск, 2007*).

Структура и объем работы: Диссертация состоит из введения, 3 глав с подразделами и заключения, общим объемом 205 машинописных страницы, заключения, 62 иллюстраций, 4 таблиц, списка литературы из 123 наименований.

Благодарности: При подготовке рукописи диссертации плодотворное влияние оказали доктор геолого-минералогических наук профессор С.И.Шерман, доктор геолого-минералогических наук профессор В.А. Наумов, доктор геолого-минералогических наук Г.Л. Митрофанов, доктор геолого-минералогических наук Абрамович Г.Я., кандидаты геолого-минералогических наук А.И. Сизых, А.И.Сезько, А.С. Мехоношин, В.В. Брынцев, геологи В.В.Перфильев, А.А.Матвейчук, Т.Ф.Галимова, В.В. Федотов, В.Н.Образцов, беседы с которыми стимулировали написание работы, а их поддержка, советы и замечания способствовали общему улучшению диссертации, устранению части недостатков в ней. Их критические замечания позволили более четко сформулировать задачи и результаты исследований. Автор глубоко признателен и благодарен всем упомянутым коллегам и специалистам.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СКЛАДЧАТОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Исследуемый район полностью покрыт геологическим картированием масштаба 1:200000 (карты первого поколения), геологическим картированием масштаба 1:50000 (полистная геологическая съемка, групповая геологическая съемка). На ряде площадей проведено геологическое доизучение масштаба 1:50000. В последние годы ведутся работы по созданию современных геологических карт масштаба 1:200000 (проведены работы в северной части Бирюсинской глыбы, Урикско-

Ийском грабене, Мангатгольском выступе). Территория на 80% покрыта аэрогеофизическими исследованиями масштаба 1:50000 и 1:25000 (пятиканальная съемка), полностью покрыта гравиметрической съемкой масштаба 1:200000.

В районе проводили свои исследования известные геологи: А.И.Сулоев (1962), В.Е.Дибров (1964), В.П.Руднев (1961), А.П.Таскин (1959), Н.А. Берзин (1967), А.П.Таскин, Г.Я.Абрамович (1971), В.Я.Хильтова (1961, 1963), А.Н.Рассказчиков (1971), В.Б.Ляцкий (1963), А.Л.Додин (1963), А.И.Сизых (1987, 2000), А.А.Савельев (1961, 1963), А.И.Сезько (1975, 1983), А.М.Мазукабзов, Д.П.Гладкочуб и др. (2006), О.М.Туркина (1997-2007), А.Д.Ножкин (1998-2005) и др.

По результатам проведенных среднемасштабных исследований, в исследуемом районе были выделены крупные структурные элементы, описаны их геология, тектоника, металлогения. Были прослежены и описаны крупные линейные складки, меняющие свое простирание в результате проявления наложенных деформаций (Берзин, 1967; Рассказчиков, 1971; Дибров, 1964; Сизых, 1987, 2000 и др.). Крупномасштабным картированием уточнены строение и металлогения, получены более детальные геологические карты. Выявлены месторождения золота, редких металлов, полиметаллов и др. Не получили объяснения многие объекты хорошо выраженные в физических и геохимических полях, крупные складчатые структуры превосходящие по размерам листы геологических карт и др. Для их заверки требовались дополнительные исследования, расширенный анализ материалов крупномасштабного картирования.

В результате проведенных работ установлены сложные полихронные складчатые деформации в докембрийских комплексах пород слагающих выступ фундамента Сибирской платформы и Алтае-Саянскую складчатую область. Выделены складки двух основных морфологических типов (Дибров, 1964; Сизых, 1987, 2000 и др.): 1- линейные сильно сжатые (как правило изоклиналильные), обычно опрокинутые складки северо-запад - субмеридианального плана; 2- наложенные складки с пологими формами и плавными очертаниями (брахиформные, куполообразные, флексуорообразные, линейные) субширотно - северо-восточного, субмеридионального плана. К этой группе относятся и сигмоиды складчатых структур.

По мнению одних исследователей складчатость в докембрийских структурах завершилась в докембрийское время (Хильтова, 1963; Берзин, 1967 и др.), другие говорили о существовании нижнепалеозойской (каледонской) фазы наложенной складчатости (Савельев, 1961, 1963; Рассказчиков, 1971; Салаев, 1986, 1987, 2008, 2009; Зоненшайн, Кузьмин, Натанов, 1990). Наложённые структуры не получили должного описания.

Признавалась разновозрастность складок, но их возрастное соотношение не всегда определялось правильно. Хильтова В.Я. (1963) и Сизых А.И. (1987) считают докембрийским возраст складок обоих морфологических типов. А.А. Савельев (1963) считал докембрийскими складки второго типа, якобы сохранившиеся в виде реликтов протерозойских структур среди сложно дислоцированных линейных изоклиналильных складок каледонид. Не было единодушия и в определении их генезиса.

Берзин Н.А. (1967) связывал образование сигмоид складчатых структур с левосдвиговыми перемещениями по главным разломам. Сезько А.И. (1975) говорит о образовании складок в Дербинской зоне в результате правосдвиговых перемещений по Главному Саянскому разлому в нижнем протерозое. Сизых А.И. (1987 и др.)

связывает наложенную складчатость в Бирюсинской складчатой зоне с левосдвиговыми перемещениями по Бирюсинскому разлому. Близкие черты складчатости установлены в Урикско-Ийском грабене (Салаев, 2005б).

А.В. Салаев (1986, 1987) пришел к выводу о правосдвиговых напряжениях по зоне Главного Саянского и субпараллельных ему разломов в раннем палеозое и образовании наложенной складчатости. Наряду с увеличением плотности сопутствующих разрывов в зоне Главного Саянского и субпараллельных ему разломов, наблюдается развитие специфических глубинных присдвиговых складчатых структур. Эта сторона вопроса практически не изучена.

Установлено более широкое, чем считалось ранее, развитие наложенных складок, связанных с протерозойским и палеозойским этапами складчатости. В разновозрастных складчатых зонах выявлены близкие черты складчатости, близкие морфологические группы складок и это требовало объяснения возраста, морфологии, генезиса.

Складки обоих морфологических типов широко развиты и в других частях Восточного Саяна. Вероятно именно такие структуры описаны Е.П. Васильевым (1993) в образованиях слюдянского и хамардабанского метаморфогенных комплексов в юго-западном крыле Главного Саянского разлома.

С геодинамических позиций геологию района рассматривают О.М. Туркина (1997-2007), А.Д. Ножкин (1998-2005), А.М. Мазукабзов, Д.П. Гладкочуб и др. (2006) и др. Ими устанавливается связь структурно-вещественных комплексов с геодинамическими обстановками прошлого на основе обширного фактического материала полученного в последние годы.

Отмечена пространственная сопряженность зон развития «крутошарнирных складок» и месторождений мусковита (Дибров, 1964), которые могут рассматриваться как наложенные складки. Установлена приуроченность проявлений других полезных ископаемых к элементам тектоники, образованным в периоды формирования наложенной складчатости (Сизых, 1987; Салаев, 1986, 1993, 1998, 2004в, 2007б; Салаев, Салаева, 2009).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СКЛАДЧАТЫХ ЗОН

В Алтае-Саянской складчатой области выделяются Канская, Дербинская, Ашкасокская, Мурхойская СЗ. В пределах Присаянского краевого поднятия Сибирского кратона выделяются складчатые зоны (СЗ): Бирюсинская, Урикско-Ийская (отвечающие одноименным террейнам, супертеррейнам по «*Эволюция южной части...*», 2006), Удинско-Колбинская.

Алтае-Саянская складчатая область

В складчатой области нами рассматриваются *Дербинская и Канская глыбы*. Первая является одной из основных структур Алтае-Саянской складчатой области и ей уделено основное внимание.

Дербинская глыба

Дербинская глыба известна из литературы как Центральный антиклинорий (Дибров, 1964), Восточно-Саянский антиклинорий (Берзин, 1967), Дербинский метаморфический пояс (Сизах, 2000). В ее пределах выделяются три складчатые зоны: Дербинская, Ашкасокская, Мурхойская

Дербинская складчатая зона (ДСЗ) выделяется в осевой части глыбы (*Дибров, 1964; Берзин, 1967*). Она сложена (рис.1) породами саянской серии верхнего рифея (дербинская и жайминская свиты) (*Волобуев и др., 1980; Салаев, 2004*), зонально метаморфизованной от эпидот-амфиболитовой до гранулитовой фаций (*Сизых, 2000*). Предлагаемое *стратиграфическое двучленное деление* саянской серии (Салаев, 1987, 2004) объясняет особенности площадного развития карбонатно-терригенных пород на изученной площади и позволяет выявить особенности структуры участков развития наложенных складок второго этапа. Этот вывод подтвержден материалами крупномасштабного картирования опорных и узловых структур.

Жайминская свита картируется в ядрах синклиналей первого и более высоких порядков. Полоса развития гнейсовой толщи, ранее относившейся к алыгджерской свите, была прослежена от бассейна р. Ии до истока р. Агул непрерывно в ядре Хонда-Джуглымской синклинали. В истоке р. Агул было закартировано ее центриклинальное замыкание. Выделяемое А.И. Сезько периклиналиное замыкание Алыгджерской антиклинали (Багайская структура), при заверке геологами геологосъемочной Горной партии при тематических исследованиях, не получило подтверждение. Изучением детальных разрезов в нормальном залегании (в междуречье Казыра и Идена) установлена идентичность состава и ритмичности «алыгджерской» и жайминской свит, что позволило относить их к одному стратиграфическому уровню. Для разрезов характерны повышенные содержания урана, молибдена, ванадия в графитистых гнейсах и кристаллосланцах (уран-молибден-ванадиевая рудная формация). Вывод о налегании гнейсовых толщ жайминской свиты на мраморы дербинской, хорошо согласуется с представлениями В.П. Дубина (1961), «Геологическая карта Сибирской платформы...» (1971), «Геологическая карта юга Восточной Сибири...» (1980).

Кварцито-мраморная *дербинская свита* согласно подстилает вышеописанную, обнажаясь в разновеликих антиклиналях, слагая крылья синклиналей.

Саянская серия прорывается *магматическими породами* эденского, гранитоидами орзагайского (возраст 690-930 млн.лет) и дербинского (возраст 498 млн.лет; Брынцев и др., 1989; Головин и др., 2000; Ножкин и др., 2004, 2005) комплексов, субшелочными интрузиями гутарского (возраст 530-600 млн. лет; Брынцев и др., 1989) комплекса. Установлено развитие в экзоконтактах тел гарнитOIDов *орзагайского комплекса* процессов скарнирования, сульфидизации, графитизации. Наблюдается приуроченность богатых графитовых руд к экзоконтактам тел пегматитов и пегматоидных лейкогранитов, гнезда графита (иногда крупнокристаллического) также локализуются в жилах пегматитов (Салаев, 2010а). Кроме того с пегматитами связаны многочисленные проявления урана и тория, тяготеющие к контакту дербинской и жайминской свит.

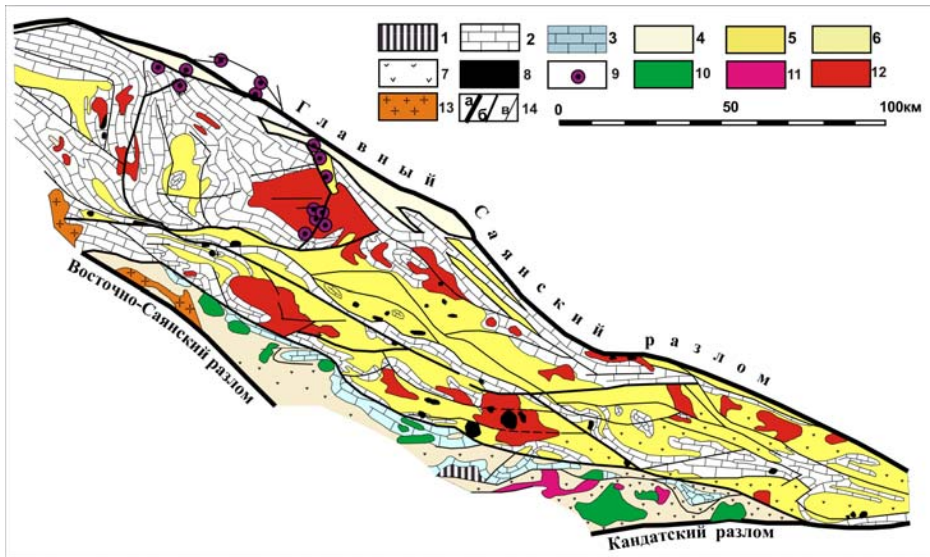


Рис.1. Геологическое строение Дербинской глыбы (по Салаеву, 2004 с изменениями)

1-комплекс основания рифейских прогибов; 2-8 рифейские образования: 2-дербинская свита; 3-сарлыкская свита; 4-ашкасская свита; 5-жайминская свита; 6-мурхойская свита; 7-площади развития терригенно-вулканогенных и вулканогенных метаспорд; 8-диориты, габбро эденского комплекса; 9-габбро-сиенитовые интрузии центрального типа гутарского комплекса венда; 10- габбро, диориты хойтоокинского и казырского комплексов кембрия; 11- гранитоиды кастарминского комплекса нижнего палеозоя; 12- гранитоиды дербинского комплекса нижнего палеозоя; 13-граносиенитовые интрузии бюджетского комплекса среднего палеозоя; 14- разрывные нарушения первого(а), второго (б) и третьего (в) порядков.

Структура ДСЗ характеризуется проявлением двухэтапного складкообразования. ДСЗ делится на структурные подзоны «А» и «Б» (рис.2). В целом зона характеризуется полной (голоморфной) складчатостью (Сезько, 1975; Салаев, 1986). Отличия подзон выражаются в разной вергентности складок первого этапа, в разной направленности погружения шарниров складок второго этапа. Структура складчатой зоны асимметричная, с более широкой подзоной «А». Подзоны разделены Озерно-Хатагским сдвиго-взбросом северо-западного простирания (Салаев, 1986).

Складки *первого этапа складчатости* F_1 , с гнейсовидностью S_1 , хорошо выдержанные по простиранию, линейные, как правило опрокинутые (часто изоклинные) с полого погружающимися шарнирами под углами 10 - 30°. Для них характерна северо-восточная вергентность в подзоне «А» и дивергентная (юго-западная и северо-восточная) структура в подзоне «Б». Их протяженность до 140 км, углы падения крыльев обычно крутые (60-80°), но на участках развития поперечных складчатых структур их залегание резко изменчивое – от субгоризонтального до субвертикального. Синклинали первого порядка уверенно картируются по выходам гнейсовой толщи жайминской свиты (Хонда-Джуглымская, Эденская, Удинская, Орзагайская, Сигагская и др. синклинали) и возникли в венде в результате тектонического сжатия направленного на северо-восток. С этапом складчатости связано формированием дайковых и субпластовых тел пегматоидных и лейкократовых грани-

тов орзагайского комплекса верхнего рифея (Pb-Pb метод по цирконам) (Брынцев и др., 1989).

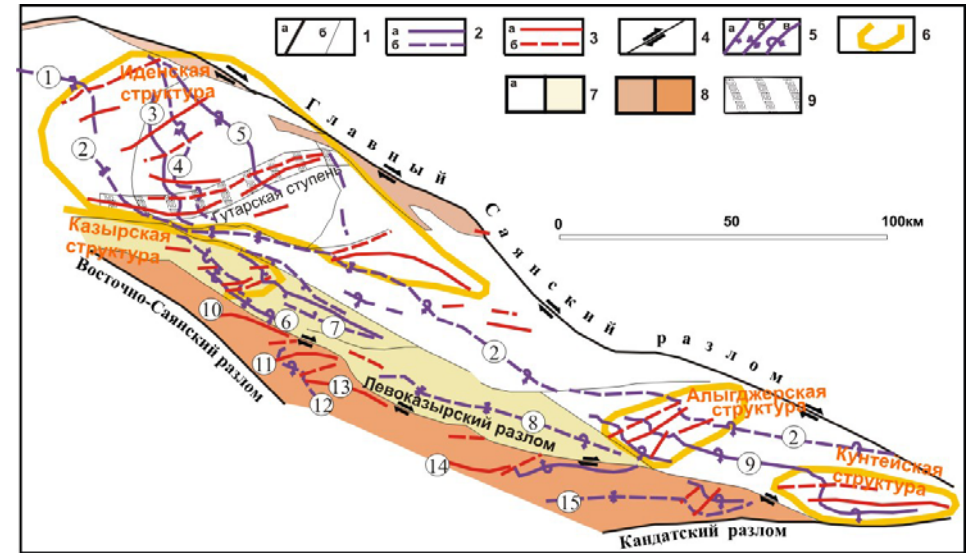


Рис.2. Соотношение складчатых структур двух морфологических типов в пределах Дербинской глыбы. 1- разрывные нарушения первого (а) и второго (б) порядков; 2- оси складок первого этапа: а- антиклинальных (3-Восточная, 5-Гутарская, 6-Левозазырская, 9-Урлыгская) и б-синклинальных (1-Орзагайская, 2-Хонда-Джуглымская, 4-Сигагская, 7-Удинская, 8-Эденская, 12-Таежная, 15-Чуглымская); 3- оси складок второго этапа: а- антиформных (10-Казырская, 11-Челомонгинская, 13-Кошпешская, 14-Магдасская) и б-синформных; 4- направление сдвигов по разломам; 5- оси наклонных (а), симметричных (б) и опрокинутых (в) складок; 6- контуры куполовидных и антиформных структур первого порядка; 7- подзоны «А» (а) и «Б» (б) Дербинской складчатой зоны; 8- Мурхойская (а) и Ашкасская (б) складчатые зоны; 9-полоса высоких градиентов силы тяжести.

Хонда-Джуглымская синклираль одна из опорных структур складчатой зоны. Она протягивается на 140 км от бассейна р. Хайломы до истока р. Агул. В истоке р. Агул закартировано центриклинальное замыкание структуры (Агульская синклираль). Здесь осевая плоскость складки круто падает на юго-запад, шарнир погружается под углами 30-35° на юго-восток. Углы падения крыльев переменчивы: северо-восточное крыло падает под углами от 10-30° до 70-80°, а юго-западное - обычно крутое (часто опрокинутое и смятое в мелкие складки) с углами падения 70-85°. Синклинали в плане испытывает поперечные горизонтальные изгибы, выразившиеся в изменении простирания структуры от северо-западных до субширотных при прослеживании ее от р. Ии до р. Орзагай. Ядро складки сложено кальцифирами, сланцами, кварцитами и гнейсами жайминской свиты, слагающими полосу шириной до 25 км. Амплитуда складки в междуречье Уды и Бол. Мурхоя, с учетом среднего угла падения северо-восточного крыла 47° и юго-западного – 67°, не менее 5-7 км. Крылья структуры сложены породами дербинской свиты. Юго-западное крыло синклинали в междуречье Ии и Мурхоя опрокинута к северо-востоку. В междуречье Агула и Мурхоя складка слабо наклонная с падением осевой плоскости на юго-запад. Углы падения крыльев 60-75°.

Сигачская синклиналь представляет опрокинутую асимметричную складку с пологим, иногда субгоризонтальным восточным крылом. Извилистый характер простирания оси складки обусловлен поперечными наложенными складками, при общем субмеридиональном простирании. Ядро структуры сложено кальцифирами, гнейсами и сланцами жайминской свиты. Протяженность синклинали 50 км при ширине 3-10 км, складка линейная. На левобережье Сигача наблюдается центриклинальное замыкание складки. Опрокинутое западное крыло имеет углы падения 45-75° на запад, восточное крыло падает преимущественно под углами 20-45°. В бассейне Мал. Сигача и Чатыг-Хема восточное крыло осложняется наложенной купольной структурой. Падение пород на крыльях изометричного купола 20-40°. В ядре купола обнажаются мраморы дербинской свиты.

Наложенные складки *второго этапа складчатости* F_2 имеют брахиподобные, куполообразные, флексуорообразные формы, реже они линейные с погружениями шарниров от пологих до крутых, преимущественно с субвертикальными осевыми плоскостями. Они подчеркиваются изгибами пластов, сланцеватости, гнейсовидности, осевых поверхностей и крыльев складок первого этапа, имеют субширотное-северовосточное простирание. В пределах складчатой зоны они развиты в двух полосах тяготеющих к ограничивающим ее разломам: Главному Саянскому и Левоказырскому, располагаясь кулисно к ним. С этими же полосами пространственно совпадают участки развития интрузий гранитоидов дербинского комплекса. Морфология массивов подчиняется изгибам наложенных складок. Интрузии внедрились на заключительных стадиях второго этапа складчатости. Складки второго этапа формировались в результате тектонического сжатия направленного субмеридионально, комо по отношению к главенствующим разломам.

Тектонотипические структуры первого порядка второго этапа складчатости: Иденская, Алыгджерская и Кунтейская в подзоне «А», Казырская в подзоне «Б».

Иденская куполообразная структура (Салаев, 2003, 2006), образована в период второго этапа складчатости в венде-нижнем палеозое. Применительно к существующим классификациям складчатых образований это морфологически сложно построенная антиформная структура, сформировавшаяся в крутопадавших на юго-запад (60-70°) толщах развития одновергентной изоклиальной складчатости. В плане структура имеет каплевидную форму (см.рис.1).

В пределах куполообразной структуры складки первого этапа F_1 испытывают поперечные изгибы различной контрастности с образованием наложенных складчатых структур второго этапа F_2 , образующих в целом сигмоидальную Z-образную структуру первого порядка. Осложняющие структуру брахиформные, куполовидные, линейные, флексуорообразные складки второго этапа, выражены в плавных одноплановых изменениях простираний и падений пород крыльев и осевых поверхностей складок первого этапа. Крутизна залегания пород в этих структурах плавно уменьшается с переходом к участкам субмеридианальных простираний, вплоть до субгоризонтальных. Отчетливо устанавливаются пологие (до горизонтального) залегания слоев в центральной (ядерной) части структуры и крутые в краевой части.

Оси складок второго этапа в пределах Иденской структуры, как правило, субпараллельны простиранию гравитационной ступени, что может указывать на одновременность формирования складок второго этапа и структуры гравитационного поля.

С формированием Иденской куполообразной структуры связано внедрение субщелочных средних и основных пород гутарского, гранитоидов дербинского комплексов в зонах дуговых разломов (см.рис.1). Система разломов Иденской структуры подчеркивает купольную морфологию. К разломам высоких порядков приурочены многочисленные проявления марганца, лития, верделита, молибдена и др..

Ближние, описанным для Иденской структуры, черты складчатого строения имеет *Алыгджерская куполообразная структура* первого порядка. Широко развиты в складчатой зоне сопряженные анти- и синформные складки различного порядка. Наиболее крупная из них *Кунтейская антиформная структура*. Это типичная присдвиговая асимметричная складчатая структура второго порядка протяженностью 35 км, шириной до 8 км. Форма ее в плане «булавовидная», сужающаяся к востоку, положение осевой поверхности структуры характеризуется северной вергентностью. Периклиналь структуры отчетливо обрисовывается выходами мраморов, огибание плавное. С севера с ней сопряжена синформная структура такого же ранга.

Казырская куполовидная структура выделяется в подзоне «Б» ДСЗ (см.рис.1). Казырская структура соприкасается на севере с Иденской куполообразной структурой через зону субширотного Мурхойского разлома. Основные морфологические черты складок первого этапа, здесь близки описанным в Иденской структуре при юго-западной опрокинутости и погружении шарниров складок второго этапа на восток. Формирование Казырской структуры сопровождалось становлением гранитоидов Озерной интрузии дербинского комплекса. В междуречье Казыра и Уды наблюдается приспособление морфологии интрузии к изгибам складок второго этапа.

Наложенные складки и разрывы второго этапа в пределах ДСЗ ориентированы под углом 20-40° к зонам Главного Саянского и Левоказырского разломов.

По ориентировке *разрывные нарушения*, развитые в ДСЗ, образуют группы с северо-западным, субширотным, реже северо-восточным простиранием.

Разломы северо-западного простирания, как правило, параллельны осям складок первого этапа. На участках развития наложенной складчатости они также меняют свое простирание и падение, выполаживаясь на субмеридиональных участках.

Наиболее крупный *Озерно-Хатагский разлом* протягивается от бассейна р. Хангор до истоков р. Игонькиной и разделяет ДСЗ на две структурные подзоны различающиеся направлением вергентности складок первого этапа и морфологией элементов складок второго этапа. Он фиксируется гравитационной ступенью и может классифицироваться как зона меланжа взбросового (надвигового) типа со сдвиговой составляющей.

Субширотные разломы - преимущественно субвертикальные и крутые сдвиги-взбросы с левой сдвиговой составляющей (Барышев, 1976; Салаев, 1987). Величина сдвига в плане достигает 10-15 км. Разломы этого направления имеют важное металлогеническое значение *Разломы северо-восточного простирания* представлены крутопадающими сбросами, реже взбросами, часто залеченными дайками диабазов.

Ашкасокская складчатая зона (АСЗ) соприкасается с ДСЗ с юго-запада по зоне Левоказырского разлома. АСЗ слагают породы кувайской серии, включающей сарлыкскую и ашкасокскую свиты (Сезько, 1975). Разрез зонально метаморфизованной от зеленосланцевой до амфиболитовой фаций кувайской серии близок разрезу саянской серии: низы существенно карбонатного (мраморы, известняки, доломиты) состава, выше залегает существенно сланцево-гнейсовая с вулканогенными поро-

дами толща с горизонтами известняков и мраморов, с углистыми сланцами уран-молибден-ванадиевой рудной формации, линзами гравелитов и конгломератов в основании. Породы серии со структурным и метаморфическим несогласием залегают на гранитизированных плаггиогнейсах комплекса основания, что установлено в ядре Магдасской антиформы (Сезько, 1975; Алтухов, 1986). Метаморфические преобразования протекали полихронно, в нижнем палеозое образовав единую метаморфическую зональность с породами саянской серии.

Складчатая структура образована в результате двухэтапной складчатости.

Морфология складок обоих этапов в АСЗ близка таковой для складок ДСЗ. Имеет место сочетание линейных, наклонных и опрокинутых складок F_1 (Таежная, Дургомжинская и др.) с сланцеватостью S_1 и, поперечных вышеописанным, брахиформных структур F_2 (Челомногинской, Кошпешской и др.). Челомногинская антиформа близка по морфологии Кунтейской антиформе в Дербинской зоне. Наложённые складки ориентированы под углом 20-40° к зоне Левоказьрского разлома и с ним генетически связываются, как присдвиговые структуры.

Складчатости юго-восточной части АСЗ свойственны признаки прерывистости, локальности складок (аналогичной площадям Иденской и Алыгджерской куполообразных структур).

Складки первого этапа в АСЗ образовались в условиях тектонического сжатия направленного на северо-восток в верхнем рифее, а второго – при субмеридиональном сжатии в венде-палеозое.

Левоказьрский разлом является разрывной структурой второго порядка, разделяющей две складчатые зоны: Дербинскую и Ашкасокскую. Падение его крутое юго-западное. В крыльях разлома развиты кулисно расположенные асимметричные брахиклиналильные и линейные складки, относящиеся ко второму этапу складчатости. Такое их расположение указывает на правосдвиговые напряжения вдоль разлома в момент образования.

Мурхойскую складчатую зону, в северо-восточном крыле Дербинской глыбы, слагают латеральные аналоги пород ашкасокской свиты, относимые к мурхойской свите. Выделяемые складки первого и второго этапов аналогичны складкам ДСЗ в подзоне «А» и формировались в тех же условиях. Дербинская, Ашкасокская и Мурхойская складчатые зоны испытали однотипные деформации в процессе двух этапов складчатости.

Основные черты развития структур Дербинской глыбы неразрывно связаны с проявлением двух этапов деформаций. Морфология складок **первого этапа** в Дербинской глыбе указывает на их принадлежность к складкам регионального сжатия, образованным в результате воздействия сжимающих сил в северо-восточном направлении, перпендикулярного осям складок (рис.3). Установлена дивергентность складчатых структур.

Наложённые складки F_2 проявились в горизонтальных изгибах линейных складок F_1 . Наложённые складки ориентированы, главным образом, субширотно и северо-восточно, кулисно к зонам крупных сдвигов – Главного Саянского и Левоказьрского (Салаев, 1986 1987; Сизых, 2000). Правосдвиговые смещения по разломам

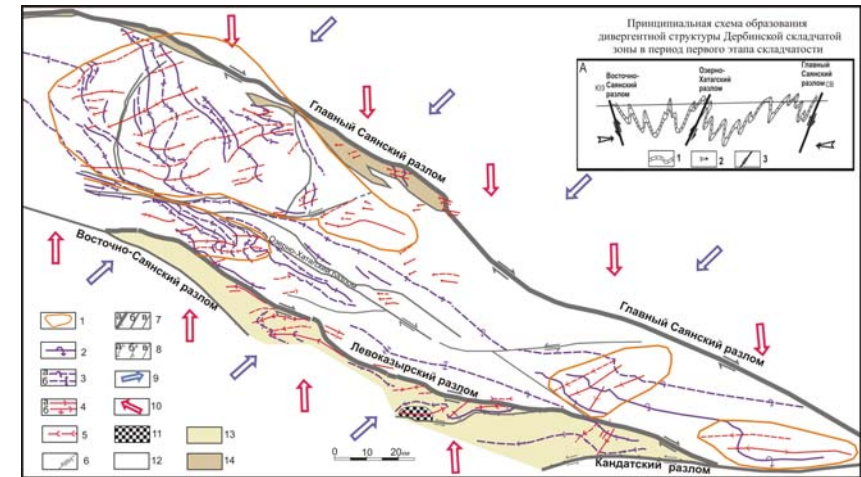


Рис.3. Кинематика структур первого и второго этапов в пределах Дербинской глыбы. 1- контры участков развития наложенной складчатости первого порядка; 2- антиклинальные складки первого этапа складчатости опрокинутые; 3- синклиналильные складки первого этапа складчатости (опрокинутые а), наклонные и симметричные (б); 4- антиформные складки второго этапа складчатости симметричные (а) и наклонные (б), направления погружения шарниров; 5-синформные складки второго этапа складчатости и направление погружения шарниров; 6- направления падения слоев в крыльях складок (а), направления сдвига по сместителям разломов (б); 7- разрывные нарушения первого (а), второго (б) и третьего (в) порядка; 8- сбросы (а), всбросы (б), разломы с неустановленной кинематикой (в); 9- направление регионального сжатия в период второго этапа складчатости; 10- направления регионального сжатия в период второго этапа складчатости; 11- комплекс основания Ашкасокского прогиба. Складчатые зоны: 12-Дербинская, 13-Ашкасокская, 14-Мурхойская.

На врезке: крупные стрелки - направление регионального сжатия (стресса), маленькие - направления перемещения по разломам, горизонтальная линия - приблизительный уровень современного среза.

возникли в результате субмеридионально направленного тектонического сжатия (Салаев, 2008). Верхняя возрастная граница коллизионного процесса маркируется синскладчатым дербинским гранитоидным комплексом с возрастом 427-498 млн.лет. С временем становления наложенной складчатости сопряжено также внедрение интрузий гутарского комплекса (возраст 530-600 млн. лет) в зонах соскладчатых дуговых разломов Иденской куполообразной структуры.

Складки второй этапа в Дербинской глыбе сопровождалась метаморфизмом от эпидот-амфиболитовой до гранулитовой фаций. Это дает основание утверждать, что они формировались в условиях значительных глубин.

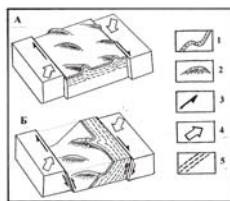
В процессе коллизии Дербинский блок как бы выжимался вверх (см.рис.3). В зонах разломов, на значительных глубинах, возникали термодинамические условия для плавления пород комплекса основания. Для внедрения гранитоиды использовались каналы, образовавшиеся в процессе второго этапа складчатости.

Происхождение складчатых структур Дербинской глыбы описывалось В.Я. Хильтовой (1964), Н.А. Берзиным (1967), В.Е.Дибровым (1964), А.И. Сезько (1976), рассматривавших генезис складчатых структур в рамках геосинклиальной теории. Согласно современным взглядов их формирование происходило в результате аккреционно-коллизионных процессов (Склярков и др., 2001; Борукаев, 1999; Абрамович, 2009 и др.). Туркина О.М. (1997) рассматривает глыбу как микроконтинент поздне-докембрийского аккреционного комплекса.

Складчатость первого этапа является отражение процессов субдукции под Дербинскую глыбу прилегающих структур по зонам Главного Саянского и Восточно-Саянского разломов. В процессе субдукции возникало сжатие нормальное простирацию Дербинского блока с формированием дивергентной складчатой структуры, с вергентностью параллельной разломам: вдоль Главного Саянского разлома с падением осевых плоскостей на юго-запад, а в зоне Восточно-Саянского разлома – на северо-восток (см. врезку на рис.3).

Механизм реализации складок второй этапа иной. В наклонных моноклиналях, как и в субгоризонтально залегающих толщах, под воздействием горизонтально приложенных сил возникают сдвиговые напряжения, вследствие чего формируются складки на наклонных плоскостях пластов (рис.4). Ориентированы они кулисно к линии сдвига. В случае развития опрокинутой изоклинали (псевдомоноклинали), мы наблюдаем деформации наложенные на более ранние складки.

Рис.4. Схема формирования складчатых структур, образованных парой сил, в зонах тектонических сдвигов: А-для субгоризонтальных толщ (по В.Ярошевскому, 1981), Б-для наклонных толщ. 1- маркирующие горизонты; 2- антиклинальные структуры; 3-направления перемещения блоков по сместителям разломов; 4- направление регионального тектонического сжатия; 5- моноклинали.



В целом Иденскую, Алыджерскую и другие структуры следует рассматривать как область относительного воздымания горных масс в период каледонской орогении на фоне общего поднятия орогена. Формирование складок второго этапа складчатости было обусловлено коллизионными процессами, реализовавшимися праводсдвиговыми напряжениями в зоне Главного Саянского разлома, и во внутренней структуре деформируемых толщ.

В результате исследований устанавливается, что в становлении структуры Дербинской глыбы выделяются два этапа развития аккреционно-коллизионных процессов. Ранний этап отражает проявление субдукционных процессов, отражением которых является возникновение Главного Саянского и Восточно-Саянского разломов. Возраст складчатости принимается из понимания возраста накопления образований саянской серии и внедрения трондьемитов, отражающих процессы коллизии, в позднем венде (Туркина и др., 2005, 2006).

Нижнепалеозойская (каледонская) коллизия Сибирского кратона и Алтае-Саянской складчатой области (в современной конфигурации) проявилась складками в Дербинской глыбе в условиях тектонического сжатия направленного субмеридионально. Максимум гранитообразования (дербинский комплекс) в пределах коллизионного поднятия приходится на конец каледонского цикла (ордовик). В целом ороген простирался вдоль юго-западного обрамления Сибирской платформы, охватывая полосу шириной до 150 км (Салаев, 2003). В результате коллизии формируется орогенное поднятие сложенное метаморфизованными породами Бирюсинской, Канской, Урикско-Ийской, Дербинской, Мурхойской и Ашкасокской складчатых зон.

Выступ фундамента Сибирской платформы

В пределах Присяянского краевого поднятия Сибирского кратона изучены Бирюсинская, Удинско-Колбинская и Урикско-Ийская складчатые зоны.

Бирюсинская глыба (супертеррейн) сложена образованиями от архея до среднего палеозоя. Здесь выделяются Бирюсинская и Удинско-Колбинская СЗ.

В Бирюсинской СЗ выделяются («Эволюция южной части...», 2006) три тектоно-стратиграфических комплекса пород: хайламинский, монкресский и перекрывающий их неройский. Соотношения между хайламинским и монкресским комплексами тектонические («Эволюция...» 1988). Породы всех комплексов испытали полихронный метаморфизм от зеленосланцевой до гранулитовой фаций, в том числе ультраметаморфизм.

Имеющиеся данные свидетельствуют о позднеархейском возрасте хайламинского комплекса, сложенного гнейсами и плагиогнейсами хайламинской толщи и прорванного интрузиями чарнокитоидов грядинского комплекса. Структурный план хайламинской толщи подчинен структурному плану нижнепротерозойского этапа.

Монкресский тектоно-стратиграфический комплекс сложен амфиболитами с подчиненной ролью микрогнейсов, кварцитов, слюдяных сланцев. Породы прорываются интрузиями анортозит-габбрового малотагульского комплекса, прорываемого мигматит-гранитовым хадаминским комплексом с возрастом 2670 ± 30 млн. лет (Брынцев и др., 1985). Монкресский комплекс является фрагментом образований, представляющих фрагмент террейна островодужного типа, приращенного к Бирюсинскому террейну в позднем архее («Эволюция южной части...», 2006).

Палеопротерозойские полиметаморфические толщи неройского тектоно-стратиграфического комплекса (алхадырская и туманшетская свиты) представлены слюдяными сланцами с гранатом, ставролитом и дистеном, среди которых картируются тела метабазитов и метаультрабазитов урдаокинского комплекса, в том числе никеленосных (Салаев, 2006). Породы тектоно-стратиграфического комплекса прорваны также интрузиями аподунит-перидотитового ийского, гранодиорит-гранитового саянского с возрастом 1870-1840 млн.лет (Левицкий и др., 2002; Гладкочуб, 2002; Туркина и др., 2003; Мазукабзов и др., 2006), гранитоидами бугульминского среднего ордовика и огнитского комплексов ордовика-девона (Галимова, 2010). Неройский комплекс формировался в условиях рифтогенеза на начальной стадии и условиях шельфа пассивной континентальной окраины - на поздних стадиях. Его отложения накапливались в Неройском, Гутаро-Туманшетском, Ийско-Кукшерском прогибах («Эволюция...», 1988). Образования прогибов претерпели высокобарический метаморфизм амфиболитовой фации (Мехоношин и др., 1999) и интенсивные деформации.

Эволюция взглядов на структуру Бирюсинской складчатой зоны прослеживается от представления о развитии в Бирюсинской СЗ моноклиналей осложненных поперечными изгибами (архейский ярус) и линейных складок (раннепротерозойский ярус) с общим северо-западным простираем. Складчатость увязывалась с двумя этапами тектогенеза – архейским и раннепротерозойским (Сезько, 1975). Развитие сигмоидальных изгибов складок объяснялось движениями вдоль крупных разломов (Дибров, 1958, 1964; Берзин, 1967).

Позже (Сизых, 1987) было установлено развитие в глыбе наложенной складчатости, представленной преимущественно брахиподобными структурами северо-восточного простираения. Дальнейшее изучение геологического строения складчатой

зоны позволило отнести их формирование к раннему протерозою, а также выделить (Салаев, 2008, 2009а) каледонский этап складчатости с структурами субширотно-северовосточного простирания.

Таким образом, образования нижнепротерозойских прогибов испытали три этапа складчатости (Сизых, 1986; «Эволюция южной части...», 2006; Салаев, 2008, 2009) – первые два в раннем протерозое, третий – в раннем палеозое.

Складки первого этапа нижнепротерозойских прогибов образуют сложные синклинорные структуры с линейными, круто наклоненными сильно сжатыми и изоклинальными складками F_1 , как правило опрокинутыми на северо-восток, восток, с минеральной линейностью L_1 и сланцеватостью S_1 . Их генеральное простирание северо-западное с отклонениями до субширотных и субмеридональных.

Складки второго этапа складчатости проявились в изгибах линейных складок F_1 первого этапа, обуславливающих сигмоидальный характер складчатой структуры Бирюсинской складчатой зоны. Наложенные складки F_2 имеют, главным образом, субмеридиональное и северо-восточное простирание. Они представляют собой асимметричные син- и антиформные дислокации, образованные изгибами крыльев складчатых структур первого этапа, моноклинально залегающих толщ. Морфологически это брахиподобные, реже линейные (Сизых, 1987) складки. Тип образуемых сигмоид – левый. Складчатость второго этапа наложена на два структурных яруса: архейский и палеопротерозойский. Переход ко второму этапу складчатости сопровождался изменением плана деформаций и левосторонними движениями по Бирюсинскому разлому. Сдвиговые тенденции возникли в результате субширотно направленного тектонического сжатия в процессе раннепротерозойских коллизионных событий.

Наложенные складки *третьего этапа* – это открытые флексуорообразные, куполовидные и мульдообразные, брахиподобные субширотного, реже субширотно-северозападного и северо-восточного простирания, сюда же относятся и правые сигмоиды складчатых структур. Складки F_3 (Гутарская, Отбойнинская и др.) образованы плавными изгибами складок F_1 и F_2 (Салаев, 2003б). Они образовались в коллизионной зоне каледонид, в условиях проявления правосдвиговых напряжений в зонах крупных разломов северо-западного простирания разлома.

Гутарская асимметричная куполообразная структура – представляет собой антиформу протяженностью около 40 км, при ширине 16-20 км (рис.5). Она занимает поперечное положение, относительно простирания архейских и нижнепротерозойских структур. Антиформа подчеркивается, изменениями простирания осей линейных складок F_1 , маркирующих горизонтов и плавными изменениями простирания границ выступов архейского основания.

К северному и южному ограничению антиформы тяготеют интрузии (площадью до 2 км²) гранитоидов огнитского комплекса палеозоя. Формирование структуры сопровождалось взбросовыми движениями по Зажарминскому и Голумбейскому разломам, с вероятным заваливанием купольной структуры на юг, юго-запад.

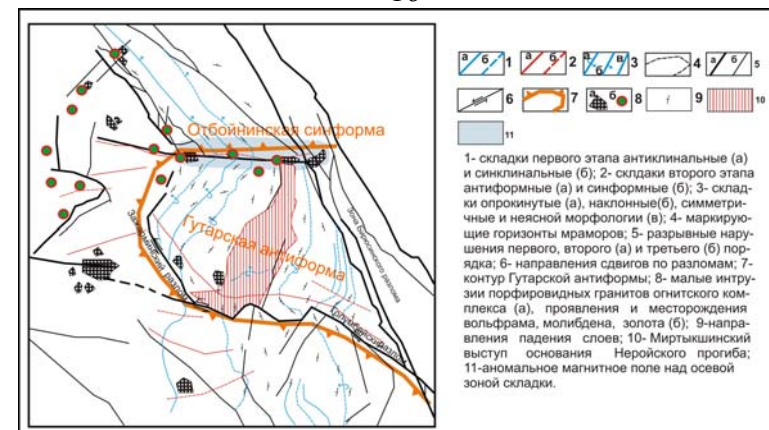


Рис.5. Структурная схема Гутарской и Отбойнинской складок третьего этапа Бирюсинской складчатой зоны.

К антиформе приурочено Гутарское поле мусковитоносных пегматитов, многочисленные проявления алюминиевого сырья в горизонтах высокоглиноземистых дистеновых сланцев.

Отбойнинская асимметричная синформная складка сопряжена с Гутарской антиформой с севера и имеет широтное простирание при протяженности около 50 км. С осью синформы совпадает зона повышенной тектонической дробленности пород, аномалия магнитного поля интенсивностью 100-500 нТл. Аномальное поле связано с развитием скарнирования, окварцевания, сульфидизации в повышенно трещиноватых породах алхадырской свиты, массивов измененных интрузивных пород, относимых к огнитскому комплексу (Галимова и др, 2000, 2010). Фактический материал указывает на наложенный характер субширотной зоны на ранее сформировавшиеся архейский и протерозойский ярусы. Гидротермально измененные породы, несущие молибденовую, золотую и вольфрамовую минерализацию, связываются с этими интрузиями.

Удинско-Колбинская складчатая зона сформировалась в юго-западном краю Бирюсинской глыбы, тяготея к зоне Главного Саянского разлома. В строении складчатой зоны принимают участие раннедокембрийские полиметаморфические толщи и вулканогенно-терригенные образования верхнего рифея и кембрия, слагающие Чагыгойскую и Негодкинско-Миричунскую рифтогенные структуры (Алтухов, 1986; Брынец и др., 1989; Сизых, 2003, 2005). Их внутренняя структура характеризуется развитием симметричных линейных складок F_1 сланцеватостью S_1 первого этапа складчатости. Наблюдается развитие поперечных складчатых F_2 и разломных структур, контролирующих золотое оруденение.

Урикско-Ийская складчатая зона (УИСЗ) расположена между Бирюсинской глыбой и Шарыжалгайским выступом и совпадает с одноименным грабеном (рис.6). В современной трактовке он рассматривается как террейн («Эволюция...», 2006) в составе Ангарского складчатого пояса (Ножкин, 2009).

В Урикско-Ийской складчатой зоне (УИСЗ) терригенно-вулканогенные породы сублукской серии нижнего протерозоя формировались в рифтогенном прогибе за счет размыва осадочных, вулканических и субвулканических пород, а также при вулканических субаэральных и субмаринных извержениях (Салаев, 2004б). Отложения соответствуют образованиям задугового бассейна и островной дуги («Эволюция южных частей...», 2006). Вулканизм формировался и сопровождался одновременным внедрением интрузивных пород среднего, основного и ультраосновного состава зимовнинского комплекса нижнего протерозоя вдоль рифтогенных разломов (Салаев, Салаева, 2005а; Салаев, 2010б). Для основных пород последнего

установлен нижнепротерозойский возраст - 1913 млн.лет (Gladkochub D.P. et al., 2010).

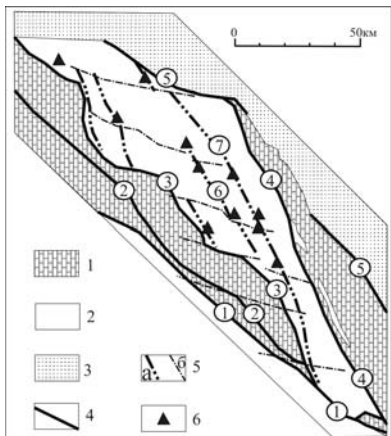


Рис.6. Сублукский палеорифт (по Салаеву, 2004 с упрощениями)

1-комплекс основания палеорифта; 2-осадочно-вулканогенные отложения палеорифта; 3-отложения чехла Сибирской платформы; 4-разрывные нарушения первого и второго порядка (1-Главный Саянский, 2-Бирюсинский, 3-Хульцыйский, 4-Точерский, 5-Присаянский, 6-Среднезиминский, 7-Далдарминско-Одайский); 5-реликты срединных зон (а) и трансформных разломов (б) протерозойского рифтогенеза; 6-реликты вулканических структур в отложениях Сублукского прогиба

Развитие прогиба завершилось голоморфной складчатостью *первого этапа* с северо-западным простиранием структур F_1 и сланцеватостью S_1 в результате субдукционных процессов и аккреции («Эволюция южных частей...», 2006). Складки F_1 *первого этапа* проявились в нижнепротерозойском ярусе повсеместно и связаны с региональным сжатием направленным на северо-восток (Сулоев и др., 1962; Таскин и др., 1971; Салаев, 2005б).

В следующий этап формируются поперечные глубинные складки F_2 *второго этапа*, представленные преимущественно флексуобразными и брахиподобными структурами. Время их образования маркируется внедрением соскладчатых интрузий чернотагнинского комплекса с возрастом 2000-1874 млн.лет (Салаев, 2007а). Завершение орогенных процессов маркируется внедрением посторогенных гранитоидов саянского комплекса в период 1870-1840 млн.лет (Левицкий и др., 2002; Гладкочуб, 2002; Туркина и др., 2003; «Эволюция южной части...», 2006; Ножкин, 2009). Становление саянского комплекса сопровождалось развитием зонального метаморфизма фаций высоких температур (Сизых, 2000). Складки F_2 *второго этапа* начали формироваться в нижнем же протерозое в инверсионную стадию в результате субширотного сжатия и левосдвиговых смещений по разломам северо-западного простирания.

Складчатые структуры F_3 *третьего этапа* в УИСЗ выражены менее контрастно и имеют субширотное простирание. Можно предположить их нижнепалеозойский возраст (по аналогии с таковыми Бирюсинской СЗ), связь с коллизионными процес-

сами в нижнем палеозое в условиях тектонического сжатия направленного субмеридионально. Развитие складчатости в УИСЗ происходило синхронно этапам складчатости Бирюсинской глыбы.

Разрывные нарушения. Важнейшая роль в формировании наложенных (поперечных) складчатых структур центральной части Восточного Саяна принадлежит крупным разломам *первого порядка* северо-западного простирания: Бирюсинскому и Главному Саянскому, являвшимся близосевыми в коллизионных зонах. Важнейшей их характеристикой является проявление, на разных этапах развития региона, сдвиговых напряжений.

Бирюсинский разлом относится к категории внутрикоровых (Барышев, 1976). В раннем протерозое по разлому, наряду с вертикальными перемещениями, происходили движения сдвигового характера. На это указывает характер расположения присдвиговых складок второго этапа в Бирюсинской складчатой зоне относительно разлома. Помимо образования присдвиговых складок, в зоне разлома широко проявлен гранитоидный магматизм (саянский постколлизионный комплекс). Левосдвиговые смещения обусловлены косо ориентированным к линии разлома субширотным стрессом.

Зона *Главного Саянского разлома*, относимого к категории глубинных (Берзин, 1967; Барышев, 1976), в венде и нижнем палеозое испытала максимальную эндогенную активность. Разлом являлся осевым в структуре орогена каледонид. Ширина полосы отчетливо проявленных сопутствующих разломов и проявления присдвиговых складок до 150 км. Общая тенденция перемещений по разлому в период каледонской коллизии правосдвиговая, что подтверждается развитием в зоне разлома косо расположенных присдвиговых глубинных складок этого возраста. Падение разлома в период коллизии юго-западное.

НАЛОЖЕННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ И СВЯЗЬ С НИМИ ЭНДОГЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Основные черты минерации района тесно связаны с развитием складчатости в районе. Связь с наложенной складчатостью эндогенного рудообразования доказывает пространственной приуроченностью проявлений полезных ископаемых к элементам тектоники, образованным в периоды ее формирования.

Основные черты минерации Дербинской глыбы можно выразить следующими тезисами. В *рифее* сформировалось оруденение графитовой и марганцевой метаморфической формации осадочно-метаморфического и гидротермального типов в дербинской свите. Ашкасокская складчатая зона характеризуется развитием проявлений меди в вулканитах ашкасокской свиты, молибдена, ванадия, золота, урана в углеродистых сланцах ашкасокской свиты. С периодом развития наложенной складчатости (*ранний палеозой*) связано формирование большинства гидротермальных проявлений марганца, лития, верделита, графита, исландского шпата, месторождения нефрита в зонах разломов и трещиноватости преимущественно субширотного, реже других направлений. Это подтверждают следующие примеры.

В зонах субширотных разломов высоких порядков, связанных со вторым этапом складчатости, локализуется множество перспективных проявлений графита (Алыгджерской и др.) в юго-восточной части Дербинской глыбы среди отложений дербинской свиты (Салаев, 2010а). В береговых обнажениях р.Чело-Монго выявле-

но месторождение нефрита в гидротермалитах, залечивающих шовную часть широтного разлома (Салаев, 1986). Выявлен ряд проявлений исландского шпата в тектонических зонах в северном крыле Мурхойского субширотного разлома. Отмечается приуроченность к субширотным разломам проявлений олова (Салаев, 1986; Сизых, 2000). В истоке р. Чатыг-Хем в графитистых гнейсах выявлено проявление молибдена в зоне субширотного разлома в осевой части синформы северо-восточного простирания. За пределами синформы имеем лишь незначительно повышенные его концентрации.

В разломах, образованных в период роста Иденской куполообразной структуры, локализуется множество рудопоявлений окисного марганца, проявления лития в литиевых слюдах, молибдена, олова, грейзенов с ярко зеленым турмалином (Салаев, 2006б). В зоне Ужурского дугового разлома в восточной части структуры локализуется проявление молибдена в углеродистых сланцах жайминской свиты.

В осевой части синформы, сопряженной с юга с Челомонгинской антиформой, к участку развития дробления, окварцевания, окремнения, сульфидизации, мелкой наложенной пологошарнирной складчатости (вплоть до гофрировки), приурочено Кош-Пешское уран-полиметаллическое проявление в углеродистых кварцитах. Предполагается, что формирование проявления происходило в период образования синформы.

На месторождении золота «Гурбей» в зоне Главного Саянского разлома установлен контроль золотого оруденения элементами складок второго этапа в отложениях мурхойской свиты, складчатых оперяющимися субширотными зонами трещиноватости и гидротермальной проработки.

Минерагения Бирюсинской глыбы характеризуется большим разнообразием рудных формаций и связанных с ними месторождений. *Архей* отмечен становлением титано-магнетитовых месторождений и проявлений в связи с малотагульским анортозит-габбровым комплексом, редкоземельных пегматитов в связи с чарнокитоидами грядинского и гранитоидами хадаминского комплексов.

Ранний протерозой в фундаменте платформы отмечен проявлениями железистых кварцитов, кварцитов пригодных для производства диоксида титана, высокоглинозёмистых сланцев осадочно-метаморфического типа. Протерозойские образования также вмещает слюдоносные пегматиты, проявления молибдена, вольфрама, свинца, цинка, золота различных формационных типов. Отмечено более широкое развитие слюдоносных пегматитов на участках развития наложенной складчатости. Перидотиты урдаокинского комплекса генерируют оруденение сульфидной медно-никелевой формации.

Рифей и ранний палеозой в Удинско-Колбинской складчатой зоне проявились золотым оруденением, локализующимся в верхнерифейских осадочных толщах и габброидах мадарского интрузивного комплекса, золотое и медное оруденение локализуется в породах миричунской и киченской свит. Установлен контроль золотого оруденения элементами складок и разломов (зон трещиноватости) связанных с каледонской складчатостью.

Например, к субширотной зоне повышенной трещиноватости в осевой части Отбойнинской синформы приурочены рудопоявления вольфрама, молибдена, золота. Максимальная активность этих разломов и зон трещиноватости связана с временем

проявления третьего этапа складчатости. Это подтверждается локализацией в зоне трещиноватости гранитоидных интрузий ордовик-девонского возраста.

К зоне «крутошарнирных складок» в Бирюсинской глыбе приурочены месторождения слюды мусковита, дистена (*Дибров, 1964*). Морфология складок позволяет предположить их принадлежность ко второму, либо третьему этапам складчатости. Количество слюдоносных пегматитов возрастает в зонах развития наложенных складок (*Сизых, 1987*).

В субширотных разломах осевой зоны Монкресской синформной складки локализуется ряд проявлений и месторождений рудного золота, титана.

Ранний протерозой в структурах **Урикско-Ийской складчатой зоны**, проявлен оруденением редкометальных и литиеносных пегматитов, локализующихся в породах сублукской серии (даладарминской, большереченской свит), а также – молибден-вольфрамовым, вольфрамовым, молибденовым гидротермальным оруденением при рудогенерирующей роли постскладчатого саянского комплекса. С гранитоидами чернотагнинского комплекса, соскладчатых второму этапу, связано золото-сульфидно-кварцевое (Зэгэнгольское месторождение), золото-кварцевое (малосульфидное; проявление Золотое), золото-серебряное оруденение.

Рифей отмечен формированием уранового оруденения в минерализованных зонах дробления и зонах несогласий. Завершение рифейской эпохи отмечено становлением зиминского комплекса ультраосновных щелочных пород и карбонатитов венда, несущих оруденение редкоземельно-редкометальной карбонатитовой (крупные месторождения), апатит-карбонатитовой формаций. Алмазонасные кимберлиты ингашинского комплекса локализируются в зоне трещиноватости субширотного простирания и имеют возраст не древнее 300 млн.лет (Гладкочуб и др., 2011).

К элементам субширотных, северо-восточных складчатых дислокаций и зон трещиноватости, связанных со вторым этапом складчатости, в Урикско-Ийском грабене приурочены проявления (Золотое и др.) и месторождения (Зэгэнгольское) золота золото-кварцевого, золото-сульфидного типов (*Салаев, 2004в*).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены новые важные закономерности геологического строения и организации складчатой структуры центральной части Восточного Саяна, локализации проявлений полезных ископаемых, которые могут быть выражены нижеследующими тезисами.

1. В докембрийских комплексах пород центральной части Восточного Саяна устанавливается наложенная складчатость по взаимоотношению различных морфологических групп складок, связанных с несколькими разобщенными во времени этапами складчатости и представленных двумя крупными морфологическими группами складок:

а) первая группа включает преимущественно линейные, наклонные и опрокинутые складки северо-западного, с отклонениями до меридионального, простирания; складчатость отвечает понятиям «голоморфная» или «полная».

б) вторая группа включает наложенные куполообразные, брахиформные, флексуриобразные складки субмеридионального, субширотного-северо-восточного плана, отвечающие понятию - присдвиговые складки.

2. Складки этих морфологических групп формировались в различных геодинамических условиях. *Первая группа складок* образовалась в результате развития субдукционных процессов в периоды замыкания бассейнов осадконакопления и аккреции, при проявлении тектонического сжатия нормального простирания образованных складок. *Вторая группа складок* является наложенной, сформировавшейся под воздействием сдвиговых напряжений в условиях «косой» коллизии.

5. В процессе исследований выявлен контроль размещения проявлений и месторождений различных полезных ископаемых элементами структур, образовавшихся в периоды коллизий. Поэтому изучение складчатости в центральной части Восточного Саяна имеет большое прикладное значение.

Основные выводы диссертации могут быть использованы при проведении государственного геологического изучения и доизучения площадей различного масштаба, поисков различных видов полезных ископаемых, прогнозных исследований.

Список публикаций по теме диссертации:

1. **Салаев А.В.** Структура и некоторые особенности минерализации Дербинской и Ашкасокской складчатых зон / А.В.Салаев // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. - Иркутск: ИГУ, 1986. - С.20-22
2. **Салаев А.В.** Некоторые особенности стратиграфии саянской серии (Дербинская складчатая зона, Восточный Саян) / А.В.Салаев // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. - Иркутск: ИГУ, 1987а. - С.20
3. **Салаев А.В.** Морфология и генезис разрывов и складок двух этапов тектогенеза в пределах дербинской и ашкасокской складчатых зон / А.В.Салаев // Геология, тектоника, петрология и рудоносность докембрия Сибирской платформы и ее обрамления. - Иркутск: ИГУ, 1987б. - С. 126
4. **Салаев А.В.** Соотношение этапов тектогенеза и магматизма в центральной части Восточного Саяна / А.В.Салаев // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. - Иркутск: ИГУ, 1988.
5. **Салаев А.В.** Скрытые сквозные рудоконцентрирующие разломы Восточного Саяна / А.В.Салаев // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. - Иркутск: ИГУ, 1993а. - С.23-25
6. **Салаев А.В.** Сублукский палеорифт / А.В.Салаев // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. - Иркутск: ИГУ, 1993б. - С 21-23.
7. **Салаев А.В.** О пересекающейся складчатости центральной части Восточного Саяна и закономерностях размещения полезных ископаемых / А.В.Салаев // Металлогения, нефтегазоносность и геодинамика Северо-Азиатского кратона и орогенных поясов его обрамления. - Иркутск: ИГУ, 1998.
8. **Салаев А.В.** Аномалии пликативных структур, некоторые особенности метаморфизма и магматизма центральной части Восточного Саяна / А.В.Салаев // Геология и металлогения докембрия юга Сибири. - Иркутск: ИГУ, 1999. - С.108-110.
9. **Салаев А.В.** О пересекающейся складчатости зоны динамического влияния Главного Саянского разлома / А.В.Салаев // Напряженно-деформированное состояние и сейсмичность литосферы. - Новосибирск: ИЗК, 2003а. - С. 427
10. **Салаев А.В.** Актуальность изучения складчатости в докембрии Восточного Саяна / А.В.Салаев, Ф.Ф.Салаева. // Проблемы геологии и географии Сибири. - Вестник Томского государственного университета - 2003б. - №3(1). - С.155-157.
11. **Салаев А.В.** Геология Дербинской глыбы / А.В.Салаев. // Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований. - Иркутск: ИрГТУ, 2004а. - Вып. 4. - С.191-195.

12. **Салаев А.В.** Сублукский палеорифт / А.В.Салаев. // Проблемы геологии, петрологии и геодинамики Восточной Сибири». - Иркутск: ИГУ, 2004б. - С.65-71.
13. **Салаев А.В.** Золотоносность Урикско-Ийского грабена / А.В.Салаев. // Проблемы геологии, петрологии и геодинамики Восточной Сибири». - Иркутск: ИГУ, 2004в. - С.71-76.
14. **Салаев А.В.** Особенности разломной тектоники Урикско-Ийского грабена (Восточный саян) / А.В.Салаев, Ф.Ф.Салаева. // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. Сборник научных трудов. - Иркутск: ИГУ, 2005а. - С. 39-43.
15. **Салаев А.В.** Структура Урикско-Ийского грабена (Восточный Саян) / А.В.Салаев. // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. Сборник научных трудов. - Иркутск: ИГУ, 2005б. - С. 43-47.
16. **Салаев А.В.** Структура Иденского купола Дербинской складчатой зоны Восточного Саяна / А.В.Салаев. // Геология, поиски и разведка месторождений рудных полезных ископаемых. Изв. сибирского отделения секции наук о земле РАЕН. - Иркутск: ИрГТУ, 2006а. - Выпуск 3(29)». - С.104-113.
17. **Салаев А.В.** Геология никеленосных массивов ультрамафитов Ийско-Кукшерского прогиба (Восточный Саян) / А.В.Салаев. // Отечественная геология. - 2006б. - №4. - С. 21-24
18. **Салаев А.В.** Черноагнинский комплекс (Урикско-Ийский грабен, Восточный Саян) / А.В.Салаев. // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. - Иркутск: ИГУ, 2007а. С.49-57
19. **Салаев А.В.** Закономерности размещения золоторудной минерализации в Урикско-Ийском грабене (Восточный Саян) / А.В.Салаев. // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. - Иркутск: ИГУ, 2007б. - С.58-63
20. **Салаев А.В.** Магматизм Среднезиминской зоны вулканизма (Урикско-Ийский грабен, Восточный Саян) / А.В.Салаев. // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. - Иркутск: ИГУ, 2007в. - С.7-16.
21. **Салаев А.В.** Далдарминско-Одайская палеовулканическая зона (Урикско-Ийский грабен, Восточный Саян) / А.В.Салаев. // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей: Материалы междунар. конф. 20-25 августа 2007г. - Иркутск, 2007г. - С.85-89.
22. **Салаев А.В.** Особенности геологии Урикско-Ийского грабена Восточного Саяна / А.В.Салаев. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы центральной Сибири и прилегающих территорий. Материалы научно-практической конференции 10-12 апреля 2007г. - Красноярск, 2007д.-С.152-157
23. **Салаев А.В.** О рудоносности Ийско-Кукшерского грабена Бирюсинской глыбы (Восточный Саян) / А.В.Салаев, А.В.Рожников, В.Е.Фалин. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы центральной Сибири и прилегающих территорий. Материалы научно-практической конференции 10-12 апреля 2007г. - Красноярск, 2007е. - С.204-210
24. **Салаев А.В.** Пересекающаяся складчатость коллизионных зон центральной части Восточного Саяна / А.В.Салаев. // Известия Иркутского государственного университета. Серия науки о Земле. - 2008а. - Том 1. - С.150-155.
25. **Салаев А.В.** Метасоматиты Далдарминско-Одайской и Среднезиминской зон вулканизма (Урикско-Ийский грабен, Восточный Саян) / А.В.Салаев, Ф.Салаева. // Известия Иркутского государственного университета. Серия науки о Земле. - 2008б. - Том 1. - С.156-166
26. **Салаев А.В.** Тектоника Ийско-Кукшерского грабена и его обрамления / А.В.Салаев. // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. Сборник научных трудов. - Иркутск: ИГУ, 2009а. - С. 74-87.
27. **Салаев А.В.** Магматические породы Далдарминско-Одайской зоны палеовулканизма / А.В.Салаев. // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. Сборник научных трудов. - Иркутск: ИГУ, 2009б. - С. 105-117.
28. **Салаев А.В.** Дербинская глыба Восточного Саяна – новый перспективный графитоносный район России / А.В.Салаев. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2010а. - №2.- С.60-68.

29. *Салаев А.В.* Далдарминско-Одайский глубинный разлом (Урикско-Ййский грабен, Присяянское краевое поднятие) / А.В.Салаев. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири». - 2010б. - №4. - С.52-59.