

Л.В. КУНГУРЦЕВ

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск, Россия)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КАЗЫРСКОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОГО САЯНА

В статье даётся описание геологического строения Казырской зоны Восточного Саяна, разделяющей структуры Протеро- и Кембросаяна. Описание базируется на авторском варианте крупномасштабной литолого-стратиграфической геологической карты центральной части Казырской зоны, учитывающей биостратиграфические данные и геодинамическую интерпретацию комплексов выполнения зоны и прилегающих структур. Обосновывается венд-раннекембрийский возраст слагающих зону отложений, что увязывается с геодинамической интерпретацией Казырской зоны как задугового бассейна Северо-Саянской палеоостровной дуги. Тыловой структурой задугового бассейна была окраина Дербинского террейна, выполненная вендскими осадочными комплексами.

Ключевые слова: Казырская зона, Восточный Саян, Северо-Саянская палеоостровная дуга, задуговый бассейн, биостратиграфия кембрия, палеогеографические реконструкции.

Рис. 3. Прил. 1. Библ. 29 назв. С. 14–35.

L.V. KUNGURTSEV

V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of SB RAS (Novosibirsk, Russia)

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE KAZYR ZONE OF THE EASTERN SAYAN

The article describes the geological structure of the Kazyr zone of the Eastern Sayan, separating the Protero- and Kambrosayan structures. The description is based on the author's version of a large-scale lithological-stratigraphic geological map of the central part of the Kazyr zone, considering into account biostratigraphic data and geodynamic interpretation of the complexes of the zone and adjacent structures. The Vendian-Early Cambrian age of the sediments composing the zone is substantiated, which is consistent with the geodynamic interpretation of the Kazyr zone as a back-arc basin of the North Sayan paleo-island arc. The rear structure of the back-arc basin was the margin of the Derba terrane, filled with Vendian sedimentary complexes.

Keywords: Kazyr zone, Eastern Sayan, North Sayan paleo-island arc, back-arc basin, Cambrian biostratigraphy, paleogeographic reconstructions.

Figures 3. Annex 1. References 29. P. 14–35.

ВВЕДЕНИЕ. Казырская зона расположена на юго-западе Восточного Саяна между структурами Протеросаяна, представленного Дербинским террейном на северо-востоке и структурами Кембросаяна, представленного Северо-Саянской палеоостровной дугой на юго-западе (рис. 1, прил. 1). В основании зоны залегает карбонатно-кристаллосланцевая жайминская (магдаская) свита, перекрытая терригенно-карбонатными породами кижихемской свиты, а верхи разреза сложены терригенно-карбонатно-вулканогенной толщей таёжноказырской свиты (Кунгурцев и др., 1989; Богнибова и др., 1990, 1991; Обновлённые... , 2007). Интрузивный магматизм в зоне представлен почти исключительно массивами титано- и платиноносных расслоенных габброидов казырского комплекса. Максимум магматизма в Казырской зоне приходится на вторую половину раннего кембрия (Берзин, Кунгурцев, 1996). Орогенный этап развития зоны представлен осиновской карбонатно-терригенной, часто грубообломочной, свитой, слагающей серию тектонических клиньев на границе с Северо-Саянской палеоостровной дугой.

В геодинамическом плане структуры зоны интерпретируются как задуговой бассейн Северо-Саянской палеоостровной дуги (Kungurtsev, Berzin, 1994; Берзин, Кунгурцев, 1996; Обновлённые..., 2007)

В статье приводится крупномасштабная геологическая карта центральной части Казырской зоны, составленная по результатам полевых работ, проводившихся в течении пяти полных полевых сезонов 1984–1988 гг. экспедиционным отрядом СНИИГГиМСа в составе автора и Т.А. Ковязиной с участием В.М. Исакова в 1984 г. и Р.Т. Богнибовой в 1987–1988 гг. Результаты этих работ позволили уточнить стратиграфическую последовательность и возраст слагающих Казырскую зону комплексов пород, а также внести коррективы в тектоническое строение региона. Основные результаты работ были изложены в (Кунгурцев и др., 1989; Богнибова и др., 1990, 1991; Берзин, Кунгурцев, 1996; Обновлённые..., 2007).

КРАТКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ. Первые исследователи региона: А.Я. Булынников, А.Г. Вологдин, Ф.А. Головачёв, В.Г. Дитмар считали слагающие зону отложения раннепалеозойскими. По результатам же среднемасштабного картирования (Стамборовский, Пятов, 1976) нижняя, кристаллосланцевая толща зоны отнесена к жайминской свите среднего протерозоя, а карбонатно-вулканогенно-терригенная толща, по сходству литологического состава и структурного положения, была сопоставлена с кувайской серией и овсянковской свитой северо-восточного крыла Дербинского террейна. На основании этого сопоставления и находок онколитов *Osagia libidinosa* Z. Zhur возраст её был принят позднерифейским. По мнению указанных авторов, кувайская серия согласно надстраивает подстилающие отложения кристаллосланцевой жайминской свиты, а последняя «совершенно» согласно залегает на графитистых мраморах дербинской свиты. Авторы соседнего с востока среднемасштабного листа (Фомин и др., 1968, с. 16) описывая кувайскую серию не исключают возможность её нижнекембрийского возраста, «...т.к. она имеет много общего по составу с терригенно-эффузивными образованиями хамсаринской толщи, развитыми непосредственно к югу от описываемого района».

Иркутскими геологами на рассматриваемой территории выделена ашкасокская серия, состоящая из магдаской (аналог жайминской, каменской) и ортинской (аналог урманской и манской) свит рифейского возраста, а вулканогенные породы бахтинской свиты (мощностью до 1900 м) отнесены к субвулканическому шиндинскому комплексу кембрийского возраста (Федотов и др., 1982 *ф.*). Аналогично позднерифейский возраст описываемых отложений оставлен и на мелкомасштабной карте третьего поколения (Галимова и др., 2012). Некоторые исследователи относят отложения зоны к раннему протерозою (Сезько, 1988).

Приведённый набор разногласий не был решён при подготовке среднемасштабной карты нового поколения на данную территорию (Беззубцев и др., 2013):

1. Отложения жайминской свиты среднего протерозоя по (Стамборовский, Пятов, 1976) авторы отнесли к кувайской серии позднего протерозоя, мотивируя это упреждением жайминской свиты в стратотипе. А на участке развития наиболее метаморфизованных пород жайминской свиты на водоразделе Левого и Таёжного Казыра авторы выделили новое подразделение — левоказырскую толщу раннего протерозоя.
2. Несмотря на многочисленные находки органических остатков кембрийского возраста на 17-ти стратиграфических уровнях на всей территории центральной части Казырской зоны, что позволило сделать вывод о венд-раннекембрийском возрасте слагающих зону отложений (Кунгурцев и др., 1989; Богнибова и др., 1990, 1991; Обновлённые..., 2007) на среднемасштабной карте (Беззубцев и др., 2013), большая часть образований Казырской зоны оставлена в составе кувайской серии позднего рифея, а участки, где обнаружена скелетная кембрийская фауна, выделены из непрерывного разреза в локальные структуры венд-кембрийского

или кембрийского возраста с тектоническими или несогласными границами.

3. Структура зоны предыдущими исследователями трактовалась в виде моноклинали с омоложением пород от Протеросаяна в сторону Кембросаяна (моноклираль хребтов Вали и Прямого (Стамборовский, Пятов, 1976; Федотов и др., 1982) или как асимметричная грабен-синклиналь (Богнибова и др., 1991)). На среднемасштабной карте Казырская зона выделена в Кижичемскую синклиналь, как пограничная структура с нижнепротерозойской складчатой системой. Она «...осложнена многочисленными разрывными нарушениями, в результате стратифицированные отложения между собой, за редким исключением, имеют тектонические контакты и представляют, в укрупнённом плане, тектонический меланж» (Беззубцев и др., 2013, с. 79–80).
4. С учётом последних данных о вендском возрасте терригенно-карбонатных отложений Дербинского террейна (Горохов и др. 2016, Ножкин и др., 2018), получается, что структурно Казырская зона в трактовке (Беззубцев и др., 2013) является горст-антиклинорием, где обнажаются наиболее древние, рифейские, породы района.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. По результатам детального картирования Казырская зона представляет собой пакет крутопадающих, вытянутых в северо-западном направлении блоков (пластин), образующих сложнопостроенную асимметричную грабен-синклинальную структуру линейного типа, а не моноклираль. Разломы, разделяющие блоки, имеют падение от центра зоны, т. е. вся структура представляет собой рамповую грабен-синклиналь — Казырский рамп (рис. 1, 2, прил. 1). Образующие пакет блоки обладают автономным строением и составом, что затрудняет корреляцию слагающих их отложений. От Дербинского террейна зона отделена Казырским (Восточно-Саянским) разломом, по которому комплексы Дербинского террейна надвинуты на структуры зоны. Складчатая структура зоны представлена крупными складками, вытянутыми на северо-запад, с крутыми углами падения пород и на всей площади осложнена многочисленными разрывными нарушениями с преобладающей северо-западной и субширотной ориентировкой.

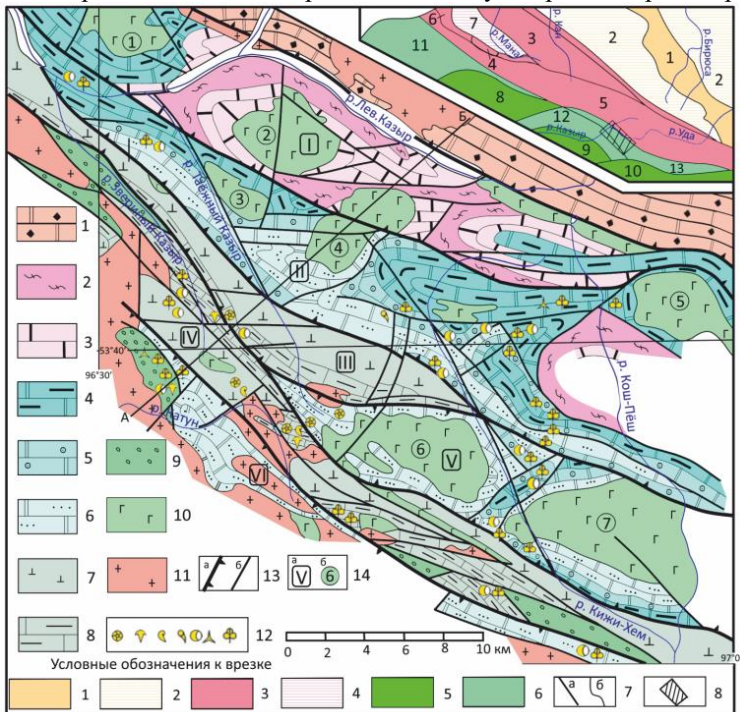


Рисунок 1. Схема геологического строения центральной части Казырской зоны Восточного Саяна

Условные обозначения к рис. 1

1 — дербинская свита (Vdr): крупнокристаллические графитистые мраморы; 2–3 — жайминская (магдасская) свита ($V_2\check{g}m$): 2 — нижняя подсвита: кристаллические сланцы, прослои мраморов, 3 — верхняя подсвита: силикатно-карбонатные породы; 4–6 — кижихемская свита ($\check{C}_1k\check{g}$): 4 — нижняя подсвита: тёмноокрашенные известняки, доломиты, с прослоями кремнистых пород, покровами базальтоидов, 5 — средняя подсвита: светлоокрашенные известняки, доломиты онколитовые 6 — верхняя подсвита: известняки и доломиты с терригенно-туфогенной примесью, покровы базальтоидов; 7–8 — таёжноказырская свита ($\check{C}_1t\check{g}$): 7 — диабазы, диабазовые, базальтовые и андезитовые порфириды, их туфы, алоэффузивные сланцы, 8 — чёрные известняки с прослоями терригенных и туфогенных пород, светлые рифовые известняки, хлоритовые, серицит-хлоритовые и кремнисто-глинистые сланцы с прослоями песчаников, конгломератов; 9 — осиновская свита (\check{C}_3Oos): конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, глинистые сланцы, известняки, доломиты с прослоями кремней, покровы эффузивов различного состава, их туфы; 10 — массивы расслоенных габброидов условно казырского комплекса; 11 — интрузивные породы среднего, кислого и щелочного состава различного возраста; 12 — местоположение находок органических остатков: трилобитов, археоциат, брахиопод, хиолитов, срезов скелетной органики, спикул губок, известковых водорослей; 13 — разломы, разделяющие блоковые структуры (а) и второстепенные, осложняющие (б); 14 — номера тектонических блоков (а): I — хр. Безымянный, II — Казырский, III — хр. Прямой, IV — Верхнекатунский, V — Демер-Тайгинский, VI — Кембросаянский и (б) массивов расслоенных габброидов: 1 — Сокол, 2 — Безымянный, 3 — Таёжно-Казырский, 4 — Заоблачный, 5 — Мус-Дагский, 6 — Мунгашийский, 7 — Демер-Тайгинский. Линия А–Б показывает разрез, представленный на рисунке 2.

НА ВРЕЗКЕ: район исследований на структурной схеме по (Берзин, Кунгурцев, 1996, Ножкин и др., 2018)

1–2: Сибирская платформа: 1 — докембрийские комплексы Присаянского выступа фундамента, 2 — фанерозойский чехол; 3–4 — протерозойские структуры Восточно-Саянского звена аккреционного пояса платформы: 3 — Канский (3), Арзыбейский (4), Дербинский (5) блоки, Кувайская зона (6), 4 — венд-раннепалеозойский чехол пояса: Манский прогиб (7); 5–6 — венд-раннепалеозойские субдукционные структуры: 5 — магматических островных дуг: Кембросаянской (8), Северо-Саянской (9), Хамсаринской (10), 6 — задуговых бассейнов: Беллыкско-Сисимского (11), Копь-Китатского (12), Казырского (13); 7 — геологические границы: а — разломы, б — прочие; 8 — контуры района исследований.

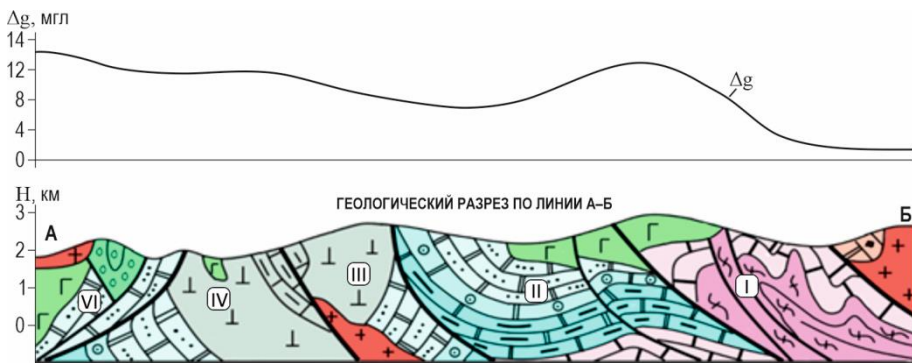


Рисунок 2. Принципиальный разрез Казырской зоны согласованный с аномальным гравитационным полем (уровень условный)

Условные обозначения см. на рис. 1.

Наиболее древними образованиями в районе исследований являются высокометаморфизованные терригенно-карбонатные породы дербинской свиты, входящие в осадочный чехол Дербинского террейна. На рассматриваемой территории отложения дербинской свиты нами картировались северо-восточнее Казырского разлома в верховьях рр. Лев. Казыр и Чело-Монго (см. рис. 1, прил. 1), где представлены крупнокристаллическими, сероводородистыми графитистыми мраморами, плагиогнейсами, кварцитами, амфибол-биотит-плаггиоклазовыми

сланцами и кремнисто-карбонатными слоистыми породами, смятыми в складки от линейных изоклинальных до простых протяжённостью несколько км. Для разреза по р. Чело-Монго характерно ритмичное переслаивание пород, что определяет типично флишевый характер осадконакопления. Зона Казырского разлома представлена крупноглыбовой брекчией из мраморов, кремнисто-карбонатных слоистых пород, гранитов и габбро в карбонатном матриксе в виде обтекающего обломки брекчии известняка с псевдослойками из мелких угловатых обломков кварца.

В разрезе непосредственно Казырской зоны участвуют три согласно залегающие свиты (снизу вверх): жайминская (магдаская) — карбонатно-кристаллосланцевая, кижихемская — карбонатная и таёжноказырская — сланцево-карбонатно-вулканогенная. В пограничных структурах с Северо-Саянской палеодугой закартировано несколько тектонических клиньев, выполненных карбонатно-терригенными, часто грубообломочными отложениями осинонской свиты орогенного этапа развития структур зоны.

Жайминская (магдаская) свита ($V_2\dot{g}m$) картируется в двух северо-восточных блоках (I и II, см. рис. 1, 2), где её образования слагают основание разреза Казырской зоны. Терригенно-карбонатные отложения свиты образуют достаточно простые, вытянутые в северо-западном направлении синклинали, к ядерным частям которых часто приурочены массивы расслоенных габброидов (габбро-сланцевые мульды по (Сезько, 1975)). По литологическому составу свита подразделяется на две подсвиты. Нижняя слагает крылья синклинали и представлена монотонным чередованием (флишеподобная текстура) кварц-плагиоклаз-биотитовых, кварц-плагиоклаз-амфиболовых и кварц-плагиоклаз-серицитовых тонкополосчатых микрокристаллических сланцев с прослоями кварцитов и микрокварцитов, а также серицит-углеродисто-кремнистых, нередко уран-молибден-ванадиеносных сланцев с характерным запахом и жёлто-оранжевыми корками выветривания, карбонатно-силикатных пород и мраморов, плагиогнейсов и амфиболитов. Полосчатость обусловлена различием в зернистости пород и содержанием темноцветов. Количество карбонатных прослоев вверх по разрезу постепенно увеличивается. Вскрытая мощность подсвиты в блоке I составляет на юго-востоке 900 м, увеличиваясь на северо-запад блока до 1125 м. Положение пород подсвиты в разрезе показано на рисунке 3.

Разрез по последнему правому притоку р. Таёжный Казыр в сторону Безымянного массива представлен следующими породами. В устье ручья обнажается:

1. Кремнисто-сланцевая со слюдой ритмично-слоистая пачка переслаивающаяся с чёрными углисто-кремнистыми сланцами. Породы насыщены сульфидной сыпью, чёрные сланцы обохрены и покрыты жёлто-оранжевыми корками выветривания. Встречаются прослои кварцитов и линзы чёрных слюдистых амфиболитов — 350 м.
2. Кварциты массивные, мелкозернистые с линзами микрокварцитов, переслаивающиеся со слюдистыми кристаллическими сланцами, содержащими линзы и прослои плагиогнейсов и амфиболитов — 50 м.
3. Кристаллические сланцы с прослоями кварцитов и прослоем чёрных углисто-кремнистых сланцев мощностью 5 м — 40 м.
4. Кварциты серые и тёмно-серые, мелкозернистые с линзами амфиболитов, переслаивающиеся с чёрными тонкослоистыми углисто-кремнистыми сланцами. Все породы насыщены сульфидами — 50 м.
5. Кремнисто- слюдистые тонкослоистые породы с прожилками кальцита — 10 м.
6. Переслаивание тонкоплитчатых углисто-кремнистых сланцев с обильной сульфидной сыпью и оранжево-жёлтыми корками выветривания с кремнисто-слюдистыми сланцами и микрокварцитами — 30 м.
7. Серые кристаллические сланцы с линзами амфиболитов и прослоями плейчатых плагиогнейсов — 50 м.
8. Задернованный участок с редкими выходами слюдистых кварцитов — 40 м.

9. Тонкослоистые, волнистослоистые с линзовидной текстурой кремнисто-слюдистые породы — 80 м.
 10. Переслаивание кристаллических слюдястых сланцев с кварцитами. В конце интервала прослой (15 м) чёрных углисто-кремнистых сланцев с жёлто-оранжевыми корками выветривания. Вверх по разрезу в породах увеличивается количество карбонатного материала — 120 м.
 11. Мраморизованные, мелкокристаллические серые известняки, переслаивающиеся с карбонатно-слюдистыми сланцами — 30 м.
 12. Задерновано, но в середине интервала коренной выход (5 м) кремнисто-слюдистых сланцев с линзами амфиболитов — 55 м.
 13. Полосатая (матрацевидная) толща переслаивания плагиогнейсов, серых кварцитов и чёрных кремнистых сланцев — 130 м.
 14. Задерновано — 30 м.
 15. Тонкослоистые кремнисто-карбонатные породы с прослоями чёрных углисто-глинистых сланцев, в конце интервала — амфиболитов и хлорит-амфиболовых сланцев — 60 м.
- Общая мощность приведённого разреза 1125 м.

СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	СВИТА	ИНДЕКС	РАЗРЕЗ	МОЩНОСТЬ	ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД И ОПРЕДЕЛЁННЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ОСТАТКИ
КЕМБРИЙ	нижний	Ботомский-Тайонский	табжикоказарская	C_1fg		1200	Конгломераты, песчаники, алевролиты, глинистые, кремнистые, серицит-хлоритовые сланцы, известняки, эффузивы разного состава. Водоросли: <i>Hedstroemia</i> sp., <i>Ortonella</i> sp., <i>Rothpletzella</i> sp., <i>Renalcis</i> sp., <i>Subtiplogia</i> sp., <i>Girvanella</i> sp., трилобиты плохой сохранности, срезы скелетной органики (брахиопод, гастропод, остракод, фораминифер), спикулы одно- и трёхлучевых губок
						2350–2980	Эффузивы основного состава, их туфы, известняки с прослоями терригенных и туфогенных пород, хлоритовые, серицит-хлоритовые и кремнисто-глинистые сланцы с прослоями песчаников, конгломератов, покровами базальтоидов. Археоциты: <i>Archaeocyathus kaznini</i> (Vol.), <i>A.</i> sp., <i>Protopharetra</i> sp., <i>Dicryocyathus</i> sp., <i>Syringocyena</i> sp., обломки археоцитат сем. Ajacicyathidae, археоцитаты плохой сохранности Irregularata, брахиоподы <i>Bicia sibirica</i> (Aks), <i>Bicia</i> cf. <i>sibirica</i> (Aks), трилобиты <i>Solonzella</i> sp., анабариты, спикулы губок, остатки гастропод, хиолитов, водоросли <i>Renalcis</i> sp., <i>Proaulopora glabra</i> Rasnор
						2000	Известняки, доломиты с терригенно-туфогенной примесью, покровы базальтоидов их туфы, туфогенно-кремнистые породы. Археоциты: <i>Archaeocyathus</i> sp., <i>Protopharetra</i> sp., <i>Dicryocyathus</i> sp., <i>Baikalcocyathus rossicus</i> Zhur., <i>Ciclocyathellidae</i> ; водоросли: <i>Obruchevella delicata</i> Reitl., <i>Proaulopora glabra</i> Krasnor., <i>Renalcis</i> sp., <i>Epiphyton</i> sp., <i>Korilophyton</i> ? sp., срезы скелетной органики
						500	Светлоокрашенные известняки, доломиты онколитовые, сероводородитовые. Водоросли: <i>Girvanella sibirica</i> Masl., <i>G.</i> sp., <i>Chabakovia</i> sp., <i>Renalcis polymorphus</i> Masl., <i>R.</i> sp., <i>Epiphyton</i> sp., <i>Proaulopora glabra</i> Krasnor., <i>P.</i> sp., <i>Korilophyton</i> sp., <i>Sincasophyton usovi</i> Posp., <i>S. subtilis</i> M., Step.; микрофитолиты: <i>Nubecularites punctatus</i> Reitl., <i>N. catagraphus</i> Reitl., <i>N. parvus</i> Z. Zhur.; онколиты: <i>Osagia gigantea</i> Korol., <i>O. columnata</i> Reitl., <i>O. ex gr. ichaica</i> Janisch., <i>O.</i> sp.; хиолиты: <i>Hyalolithes</i> sp., срезы скелетной органики
						1500	Тёмноокрашенные известняки, доломиты, прослой кремнистых пород, покровы базальтоидов. Водоросли: <i>Epiphyton</i> Botn., <i>E.</i> sp., Botn., <i>E.</i> sp., <i>Proaulopora</i> sp., <i>Epiphyton</i> sp., спикулы губок, срезы скелетной органики
ВЕНДСКАЯ	Немакиг-Далдын	жайминская	$V_{25}m_2$		800–1350	Силикатно-карбонатные породы, кристаллические сланцы, плагиогнейсы с характерной ритичной флишовой текстурой	
					900–1125	Кристаллические сланцы, прослой мраморов, кварцитов, плагиогнейсов и амфиболитов, углеродисто-кремнистых уран-молибден-ванадиевых сланцев	
			$V_{25}m_1$				Крупнокристаллические мраморы с графитом, плагиогнейсы, кварциты, амфибол-биотит-плагиоклазовые сланцы

Рисунок 3. Стратиграфическая колонка Казырской зоны Восточного Саяна

Условные обозначения см. на рис. 1.

Образования верхней подсвиты слагают ядерные части упомянутых выше синклинальных структур и представлены переслаивающимися силикатно-карбонатными породами, кристаллосланцами, плагиогнейсами также с характерной ритмичной флишовой текстурой (см. рис. 1, 2, 3, прил. 1). Причём, в обрамлении Безмянного массива картируется тонкоритмичное переслаивание (2–3 см), часто со складками оползания, а в верховьях рр. Кизи-Хем, Кош-Пёш — более груборитмичное (10–30 см) переслаивание пород.

Разрез подсвиты представлен как продолжение разреза нижней подсвиты к массиву Безмянному:

1. Преимущественно серые слоистые, тонкоплитчатые мраморизованные известняки в переслаивании с серицит-карбонатными сланцами. В известняках линзы и прослой кремней, линза амфибол-хлоритовых сланцев (10 м). Толща ритмично-слоистая, монотонная, породы насыщены слюдой и кристаллами амфибола — 350 м.
2. Аналогичные породы, но в карбонатах увеличивается количество слюды, появляются тонкие прослой слюдяных сланцев, нарастает степень метаморфизма — 150 м.
3. Ритмично-слоистые карбонатно-слюдяные сланцы, мелкокристаллические, тёмно-серые, прослой светло-серых тонкослоистых мраморов, в которых хорошо фиксируются складки оползания — 200 м.
4. Переслаивание белых сахаровидных карбонатов с иголочками амфибола со слюдяными сланцами, амфиболитами и хлорит-амфиболовыми сланцами. В конце интервала «горячий» контакт с габброидами, падение толщи под массив — 650 м.

Общая мощность приведённого разреза 1350 м.

Мощность подсвиты меняется от 800 м на юго-востоке до 1350 м на северо-западе блока I. Взаимоотношения с подстилающими образованиями нижней подсвиты согласные, выраженные в постепенном увеличении роли карбонатного материала в породах вверх по разрезу при сходном ритмичном строении обеих подсвит.

Возраст жайминской (магдасской) свиты, на основании согласных взаимоотношений с перекрывающими палеонтологически охарактеризованными отложениями раннего кембрия, условно принимается вендским. На среднемасштабной карте последнего поколения данный комплекс отложений (Беззубцев и др., 2013) отнесён к урманской свите позднего рифея, а на северо-восточном склоне хр. Безмянного они отнесены к левоказырской толще раннего рифея, которая согласно надстраивает дербинскую свиту. При полевых наблюдениях нами также наблюдалась близость вещественного состава, текстурных особенностей и характера строения разреза дербинской и магдасской свит, что в совокупности создаёт впечатление их согласных взаимоотношений. А по данным (Стамборовский, Пятов, 1976) кристаллические сланцы и гнейсы жайминской (магдасской) свиты выполняют синклинальные прогибы в центральных частях Дербинского террейна «и залегают совершенно согласно на дербинских графитистых мраморах». На водоразделах рр. Верхней Хатаги–Уды и Хатаги–Сытляр–Атар (восточнее описываемой площади, см. прил. 1) разрез гнейсово-сланцевой толщи наращивается маломощной пачкой тёмно-серых тонкослоистых кристаллических известняков, очень похожих на урманско-манские. Весьма вероятно, что здесь можно видеть контакт дербинской и кувайской серий, причём метаморфизм последней резко ослаблен по сравнению с породами жайминской свиты (Стамборовский, Пятов, 1976, с. 9).

Степень метаморфизма пород описанных свит, связанная с каледонской орогенцией (Ножкин и др., 2018), изменяется постепенно от амфиболитовой фации в дербинской свите до эпидит-амфиболитовой в породах магдасской свиты. Усложняющим фактором является наличие крупных позднекембрийско-ордовикских

(Ножкин и др., 2018) гранитоидных массивов, таких как в правобережье верховий Лев. Казыра, влиянием которого можно объяснить повышенный метаморфизм пород жайминской (магдасской) свиты на северо-восточном склоне хр. Безымянного, что, по-видимому, повлияло на отнесение этого участка (Беззубцев и др., 2013) к левоказырской толще дербинской серии.

Кижихемская свита ($C_1k\check{g}$) слагает II, V и VI блоки (см. рис. 1, 2, прил. 1), образуя борта рампа, а также вскрывается в ядерных частях синклиналиных складок в северо-восточном блоке, где устанавливаются согласные отношения свиты с подстилающими отложениями жайминской свиты. Характерной особенностью свиты является преобладание в её разрезе карбонатных и карбонатсодержащих пород органической природы. Достаточно надёжно свита подразделяется на три подсвиты с выдержанным по простиранию составом пород: кремнисто-сланцево-карбонатную — нижнюю, карбонатную, часто с онколитами — среднюю и терригенно-карбонатную — верхнюю. Общая мощность свиты составляет около 3,8–4,0 км.

Образования нижней подсвиты вскрываются в I, II, и локально в V блоках (см. рис. 1, прил. 1). Они представлены тёмноокрашенными тонкоплитчатыми сероводородистыми мраморами и мраморизованными известняками, доломитами с частыми прослоями чёрных углеродисто-кремнистых, слюдисто-кремнистых и кремнистых сланцев, иногда прослоями туфов и покровами эффузивов основного состава, слагающими несколько сближенных прослоев в верховьях рр. Кижихем и Кош-Пёш. Ниже по разрезу под вулканитами картируется серия супластовых тел габбро-диабазов, формирующих вместе с эффузивами, по-видимому, палеовулканическую постройку. Латерально эти базальтоиды на юго-восток замещаются существенно кремнистыми и кремнисто-туфогенно-карбонатными олистостромовыми отложениями. К этой постройке приурочены находки в верховьях Кижихема (см. рис. 1, прил. 1) в биогермных карбонатах водорослей *Epiphyton* Born., *E. sp.*, спикул губок, срезов скелетной органики (определения В.А. Лучининой). Количество сланцевых прослоев в карбонатах существенно варьирует по латерали. Так на северо-западе блока II карбонатный разрез подсвиты существенно насыщен кремнистым и терригенным материалом, послонными телами метапорфиритов и метадиабазов, составляющими до 30% мощности разреза, формирующими, по-видимому, ещё одну палеовулканическую постройку, вблизи которой на правобережье Лев. Казыра (северо-запад блока II, см. рис. 1, прил. 1) также развиты биогермы с известковыми водорослями *Epiphyton sp.*, *Proaulopora sp.*, срезами скелетной органики (определения В.А. Лучининой). Вверх по разрезу подсвиты наблюдается замещение сланцевых прослоев кремнистыми и общая тенденция нарастания карбонатной составляющей. Видимая мощность подсвиты около 1500 м.

Взаимоотношения пород нижней подсвиты кижихемской свиты с подстилающими отложениями магдасской свиты наблюдались в верховьях рр. Кижихем, Кош-Пёш и в юго-восточном вмещении массива г. Сокол. Они выражены в постепенном увеличении вверх по разрезу роли карбонатных пород до существенного их преобладания, с появлением мощных пластов мраморов и мраморизованных известняков. В этом же направлении становится невыдержанной и постепенно затухает флишеидная ритмика. Каких либо резких изменений в степени метаморфизма пород на этом интервале не наблюдается. Всё это позволяет считать взаимоотношения рассмотренных подразделений как согласные.

Тёмноокрашенные карбонатные породы нижней подсвиты вверх по разрезу постепенно, через прослой голубых мраморов с тремолитом, сменяются массивными белыми, светло-серыми, реже тёмно-серыми слоистыми, часто мраморизованными известняками и доломитами средней подсвиты. Слой этих светлоокрашенных известняков в качестве маркирующего горизонта прослеживается от устья Звериного Казыра на юго-восток до слияния рр. Кош-Пёш–Кош-Тёш, а также слагает борта синклинали, вмещающей Демер-Тайгинский габброидный массив (см. рис. 1, прил. 1). Характерным признаком пород подсвиты является хорошо визуально

наблюдаемые прослои и скопления многочисленных онколитов в виде более тёмных овоидов размером от нескольких мм до 2–3 см. Алевритистые, песчанистые и гравелитистые известняки присутствуют в виде маломощных прослоев. В верховьях р. Кижы-Хем в онколитовых известняках и доломитах наблюдается макрослоистость в виде светло- и тёмноокрашенных прослоев мощностью от 1 до 5-ти м, причём светлоокрашенные прослои в 2–3 раза мощнее. Контакты прослоев чёткие, резкие. Мощность онколитовых прослоев меняется от первых см до 0,5 м. В светлоокрашенных прослоях онколиты обычно крупнее и реже. Они сильнее мраморизованы. Кроме макрослоистости карбонаты характеризуются пятнисто-линзовидной волнистой микрослоистостью, обусловленной неравномерным распределением глинисто-битуминозного тёмноокрашенного материала. К кровле подсветы породы становятся более тёмноокрашенными, тонкоплитчатыми, часто с примесью кремнистого и терригенного материала в виде желваков и прослоев, появляются следы мутьевых потоков и складки оползания. Мощность подсветы составляет 300–500 м. С породами средней подсветы связаны многочисленные палеонтологические находки по всему её разрезу (см. рис. 1, 3, прил. 1), включая водоросли: *Girvanella sibirica* Masl., *G. sp.*, *Chabakovia sp.*, *Renalcis polymorphus* Masl., *R. sp.*, *Epiphyton sp.*, *Proaulopora glabra* Krasnop., *P. sp.*, *Korilophyton sp.*, *Sinzasophyton usovi* Posp., *S. subtilis* M., Step.; микрофитоциты: *Nubecularites punctatus* Reitl., *N. catagraphus* Reitl., *N. parvus* Z. Zhur. (определения В.А. Лучининой и Н.Е. Гузиной), онколиты: *Osagia gigantea* Korol., *O. columnata* Reitl., *O. ex gr. tchaica* Janisch., *O. sp.* (определения М.В. Степановой), хиолиты: *Hyolithes sp.* (определения Н.П. Мешковой), срезы скелетной органики, свидетельствующие о раннекембрийском возрасте вмещающих отложений.

Терригенно-карбонатные образования верхней подсветы согласно, с постепенным переходом, надстраивают разрез средней подсветы и наиболее полно представлены в междуречье Кижы-Хем–Таёжный Казыр. На водоразделе этих рек выше светлоокрашенных онколитовых известняков в южном направлении обнажаются:

1. Известняки чёрные со значительной примесью туфогенно-терригенного материала, прослои чёрных кремнисто-углеродистых и карбонатных сланцев, алевролитов, песчаников, туфов — 250 м.
2. Туффиты чёрные пеллово-карбонатные, переслаивающиеся с чёрными рассланцованными известняками, с примесью терригенно-туфогенного материала и зелёными афировыми базальтоидами — 120 м.
3. Известняки чёрные и тёмно-серые глинистые со значительной примесью терригенно-туфогенного материала. Неравномерное распределение последнего обуславливает флишеподобную ритмично-слоистую текстуру пород. В середине интервала прослой чёрных известковистых алевролитов (30 м) — 170 м.
4. Закономерное переслаивание триады: полнокристаллические базальтовые порфириты, диабазы, афировые и миндалекаменные базальтовые порфириты, туфы пелловые, чёрные и кремнисто-углеродистые сланцы. Таких триад пять — 250 м.
5. Известняки чёрные, засорённые терригенно-туфогенным материалом с прослоями терригенных пород — 300 м.
6. Переслаивание кремнисто-углеродистых сланцев, алевролитов, песчаников и гравелитов на карбонатном цементе — 15 м.
7. Известняки серые, петельчатые, мраморизованные с примесью песчанистого и кремнистого материала — 600 м.
8. Апоэффузные сланцы и рассланцованные афировые и миндалекаменные базальтовые порфириты — 25 м.
9. Известняки тёмно-серые и чёрные, мраморизованные, участками осветлённые — 45 м.

Общая мощность приведённого разреза 1775 м.

По простиранию в юго-восточном и северо-западном направлениях количество вулканогенно-терригенных пород в разрезе существенно снижается. Разрезы подсвиты там представлены мраморизованными и доломитизированными известняками и мраморами, обычно тёмноокрашенными, с примесью терригенного и туфогенно-терригенного материала, редкими прослоями кремнисто-глинистых сланцев, песчаников, покровами основных эффузивов. Одновременно в этих разрезах мощность подсвиты снижается до 1,0–1,4 км.

В блоке V отложения свиты представлены серыми и светло-серыми мраморизованными известняками и мраморами с примесью терригенного и глинистого материала, количество которого увеличивается вверх по разрезу. В правобережье верхнего течения р. Катун из окolorифовой фации, сложенной кирпично-красными глинисто-кремнисто-карбонатными породами отобраны археоцитаты: *Archaeolunthus* sp., *Tumuliolynthus* sp., *Dokidocyathus* sp., *Baikalocyathus rossicus* Zhur., *Ciclocyathellidae*, относящиеся по заключению В.М. Сундукова к базаихско-камешковскому горизонтам атдабанского яруса (см. рис. 1, 3, прил. 1). В блоке VI (см. рис. 1, прил. 1) образования подсвиты представлены преимущественно тёмноокрашенными мраморизованными известняками, доломитами и мраморами с линзами и прослоями кремней и незначительной примесью терригенно-туфогенного материала. Мощность её здесь составляет 2000 м.

Биостратиграфическая характеристика пород подсвиты основывается на находках на нескольких уровнях (см. рис. 1, 3, прил. 1) известковых водорослей: *Obruchevella delicata* Reitl., *Proaulopora glabra* Krasnop., *Renalcis* sp., *Epiphyton* sp., *Korilophyton* ? sp., срезов скелетной органики (определения В.А. Лучиной, Н.Е. Гущиной), а также приведённого выше перечня археоциат, позволяющих отнести образования верхней части подсвиты к атдабанскому ярусу раннего кембрия, а всю кижихемскую свиту к томмотскому и атдабанскому ярусам.

Таёжноказырская свита (Є_{1tġ}), представленная вулканогенно-терригенно-карбонатными образованиями, слагает III и IV блоки ядерной части рампа (см. рис. 1, 2, прил. 1). В латеральном и вертикальном разрезах свиты наблюдаются большие вариации состава пород, при значительной или доминирующей роли вулканогенной составляющей. По литологическому составу выделяются три типа разрезов: вулканогенный, карбонатный и карбонатно-терригенно-сланцевый.

Наиболее полный разрез вулканогенного и перекрывающего карбонатно-терригенно-сланцевого типов обнажён в междуречье Таёжный Казыр–Катун (блок III, см. рис. 1, прил. 1). Здесь выше тёмноокрашенных мраморизованных и доломитизированных известняков с примесью терригенно-туфогенного материала и линзами гравелитов залегают:

1. Туфы андезитовых порфиритов серо-зелёные и чёрные, литокластические, переслаивающиеся с потоками диабазовых и андезитовых афанитовых порфиритов — 180 м.
2. Туфы андезитовых порфиритов серо-зелёные и чёрные, литокластические, переслаивающиеся с потоками диабазовых и андезитовых афанитовых порфиритов — 180 м.
3. Чередование диабазовых, андезитовых и базальтовых афанитовых порфиритов, иногда миндалекаменных, с их полнокристаллическими разностями, являющимися, по-видимому, послонными субвулканическими телами. Соотношение афировых и раскристаллизованных разностей примерно равно, мощности прослоев от нескольких до 100 м. В конце интервала прослой чёрных мраморизованных известняков, карбонатно-хлоритовых и хлоритовых сланцев, туфов мощностью 3–10 м — 1600 м.
4. Известняки глинистые, чёрные, мраморизованные, участками рассланцованные до карбонатных сланцев — 45 м.
5. Переслаивание хлоритовых сланцев и андезит-базальтовых порфиритов — 40 м.
6. Порфириты андезитовые, базальтовые и диабазовые при преобладании

афанитовых разностей — 270 м.

7. Карбонатно-хлорит-актинолитовые сланцы — 13 м.
8. Известняки чёрные, глинистые, мраморизованные. На этом уровне несколько северо-западнее (см. рис. 1, прил. 1) собраны водоросли *Proaulopora glabra* Краспор., *Renalcis* sp., спикулы губок, неопределимые археоциаты (определения В.А. Лучининой, В.М. Сундукова соответственно) — 45 м.
9. Хлоритовые, эпидот- и серицит-хлоритовые сланцы — 450 м.
10. Известняки серые с прослоями, обогащёнными терригенно-туфогенным материалом, рассланцованные местами до карбонатных сланцев с крупными кристаллами пирита — 100 м.
11. Порфириты зеленокаменно изменённые с прослоями гиало- и литокластических туфов, хлоритовых сланцев — 60 м.
12. Сланцы кремнисто-глинистые и карбонатно-глинистые — 40 м.
13. Хлоритовые сланцы, прослой порфиритов, конгломератов — 80 м.
14. Андезитовые и базальтовые порфириты — 40 м.
15. Известняки серые, слоистые, мраморизованные с прослоями терригенного материала — 50 м.

Общая мощность разреза свиты здесь составляет около 2980 м.

По простиранию на северо-запад III блока наблюдается уменьшение мощности свиты при одновременном снижении роли вулканогенных пород и замещение их известняками, кремнисто-глинистыми и хлоритовыми сланцами, составляющими местами до половины разреза. Более разнообразный разрез свиты наблюдается в IV блоке, располагавшемся ближе к палеоостровной дуге (см. рис. 1, прил. 1). Здесь вулканогенные породы составляют около 40% её объёма при существенной роли туфогенных разностей. Столько же приходится на сланцы, содержащие в различных сочетаниях кремнистую, карбонатную, серицитовую и хлоритовую составляющие. Оставшаяся часть представлена карбонатными породами, которые слагают как крупные изометричные тела (рифовые постройки), так и мелкие линзовидные тела и прослой. Наиболее полный вулканогенно-сланцевый разрез свиты описан по правобережному хребту верховий р. Катун, где с запада на восток после тектонического контакта с чёрными и тёмно серыми мраморизованными мелкокристаллическими битуминозными известняками обнажаются:

1. Хлорит-актинолит-альбитовые карбонатные сланцы голубовато-серые, с сыпью пирита, интенсивно дислоцированные, прослой глинисто-кремнистых тонкопараллельно слоистых сланцев с линзами кремнистого материала мощностью до 5 см — 300 м.
2. Хлорит-биотит-актинолит-плаггиоклазовые ортосланцы с жилками и линзами кварца и сульфидов — 120 м.
3. Кремнисто-карбонатные и карбонатные сланцы — 150 м.
4. Хлоритизированные афировые эффузивы основного состава и мезократовые пироксеновые габбро-диабазы с порфыми выделениями плаггиоклаза, прослой карбонат-хлорит-серицитовых сланцев и туфобрекчий на карбонатном цементе чёрного цвета — 380 м.
5. Базальтовые порфириты тёмно-серые с зеленоватым оттенком с порфировыми выделениями плаггиоклаза, а также тёмноцветов — 30 м.
6. Карбонатная брекчия с крупными обломками серых известняков с брахиоподами плохой сохранности (определения Ю.Л. Пельмана), обломками археоциат семейства *Ajaciocyathidae*, характерных для дообручевской части нижнего кембрия (определения В.М. Сундукова), остатками гастропод, хиолитов, водорослями *Renalcis* sp. (определения М.В. Степановой) — 20 м.
7. Зеленокаменно изменённые порфириты и их рассланцованные разности различной степени изменения, вплоть до хлорит-актинолит-альбитовых сланцев с редкими прослоями чёрных известняков, серицитовых и хлоритовых сланцев — 850 м.

8. Хлорит-актинолит-альбитовые кварц-полевошпатовые ортосланцы тёмно-зеленовато-серые — 50 м.
9. Кварц-полевошпат-эпидот-хлоритовые сланцы по кристаллокластическому туфу, карбонатизированные — 70 м.
10. Плагноклаз-серицит-кремнистые парасланцы — 80 м.
11. Задернованный участок — 200 м.
12. Литокластическая туфогенная порода — 80 м.
13. Карбонатизированная, эпидотизированная кварц-полевошпатовая порода с гранобластовой структурой по туфу — 20 м.
Общая мощность разреза составляет 2350 м.

На северо-запад происходит замещение существенной части вулканогенного разреза сланцами кремнистыми, серицитовыми, хлоритовыми, карбонатными в различном их сочетании, тонкоплитчатыми, с прослоями песчаников, алевролитов, линзами известняков из которых в верхах вулканогенной пачки собраны анабариты, водоросли *Renalcis* sp. (определения В.А. Лучининой).

Вулканогенную пачку свиты надстраивает кремнисто-глинистые, глинистые, реже апоэффузивные сланцы с линзами чёрно-серых глинисто-карбонатных сланцев, песчаных известняков и песчаников. Вверх по разрезу они сменяются чёрно-серыми тонкополосчатыми кремнистыми и кремнисто-глинистыми сланцами с будинообразными телами чёрных кварцитов. В северо-западном направлении чёрноокрашенные кремнистые сланцы замещаются и частично перекрываются серозелёными глинистыми и карбонатно-глинистыми, иногда метаморфизованными до хлоритовых сланцами, переслаивающимися с ржаво-бурными карбонатно-кремнистыми песчаниками. В нижней части зеленосланцевого разреза встречаются тела брекчированных доломитизированных и мраморизованных известняков и мраморов. В зелёных сланцах этой пачки собраны трилобиты плохой сохранности, а в карбонатах на нескольких уровнях водоросли *Renalcis* sp. и срезы скелетной органики (определения В.А. Лучининой). Максимальная мощность сланцево-карбонатной пачки не превышает 1000 м.

Карбонатный тип разреза свиты представлен в центральной части блока III, в верховьях р. Катун, в изолированном гранитоидами блоке (см. рис. 1, 3, прил. 1), где вскрывается следующий разрез:

1. Мраморы среднекристаллические светлоокрашенные — 30 м.
2. Мраморы желтоватого и светло-серого цвета средне- и мелкокристаллические с редкими прослоями кремнистых пород — 100 м.
3. Мраморизованные известняки с примесью кремнистого материала, который образует сотовую структуру. Из известняков определены остатки археоциат плохой сохранности (определения В.М. Сундукова) — 100 м.
4. Известняки серые и тёмно-серые с прослоями кремнисто-глинистого материала тёмного цвета. Мощность прослоев несколько мм, часто они группируются в серию прослоев мощностью несколько см. Известняки этого слоя содержат многочисленные органические остатки и по определению М.В. Степановой являются обломочными породами, состоящими из шлама раковин брахиопод, трилобитов, хиолитов, археоциат и др. Из нижних горизонтов слоя собраны многочисленные брахиоподы *Bicia sibirica* (Aks), *Bicia cf. sibirica* (Aks) (определения Ю.Л. Пельмана), единичные трилобиты *Solonzella* sp. низов обрубчевского горизонта тайонского яруса (определения Т.В. Пегель) — 300 м.
5. Известняки и доломиты кремново-серые массивные постепенно сменяют слоистую толщу — 100 м.
6. Известняки и доломиты конгломератовидные и карбонатные брекчии, сцементированные лилово окрашенным кремнисто-доломитовым и песчано-глинистым цементом (околорифовые фации). В карбонатах собраны многочисленные археоциаты санаштыкгол-обрубчевского горизонтов ботомского и тайонского ярусов: *Protopharetra* sp., *Dictyocyathus* sp., *Syringocuetema* sp.,

археоциаты плохой сохранности Irregularia (определения В.М. Сундукова), *Archaeocyathus kuzmini* (Vol.), *A. sp.* (определения И.Т. Журавлёвой) — 40 м.

7. Зона дробления, кливажа, сложенная брекчированными известняками, глинистыми, обохренными, трещиноватыми — 40 м.

Общая мощность отложений карбонатного разреза блока составляет около 700 м.

Взаимоотношения карбонатных пород блока с подстилающими отложениями и с вулканогенными породами непосредственно не устанавливаются, с перекрывающими контакт тектонический. По полученным комплексам остатков скелетной фауны низы карбонатного разреза, охарактеризованные фауной низов обручевского горизонта, по-видимому, синхронны со средней частью вулканогенно-туфогенного разреза, в нижней половине которого содержатся линзы известняков с дообручевскими археоциатами (см. рис. 1, 3, прил. 1). А верхняя часть карбонатного разреза (слои с обручевской органикой), по-видимому, синхронна карбонатно-сланцевой части вулканогенно-туфогенного разреза свиты.

Аналогичный переход по латерали карбонатов рифогенных фаций с комплексом археоциат санаштыкгольского уровня на эффузивно-сланцевые породы, до существенно карбонатно-эффузивно-сланцевого разреза, описывают (Александровский и др., 1972) в бассейне рр. Томская, Падун в толще, относимой ими к низам балахтисонской свиты. Ещё более схожую картину латеральных взаимоотношений вулканогенных пород табратской свиты через карбонатно-вулканогенно-терригенные колпинской свиты к карбонатам Сретенского палеорифа описывает (Воробьев и др., 1986 ф.) в нижнем течении Казыра. На этой же площади ими выделена черемшанская и уярская свиты терригенно-вулканогенного и карбонатного составов соответственно обручевского возраста, т. е. возрастные аналоги таёжноказырской свиты.

Таким образом, по комплексу органических остатков возраст таёжноказырской свиты соответствует верхам раннего кембрия, на уровне санаштыкгол-обручевских горизонтов ботомского и тайонского ярусов.

Осиновская свита (Є₃-Оос) завершает разрез Казырской зоны. К ней отнесена карбонатно-терригенная, часто грубообломочная толща, фрагменты которой картированы в полосе сочленения Казырской зоны с комплексами Северо-Саянской палеостровной дуги в блоках IV и VI: по левобережью Звериного Казыра, руч. Перевальному, правому притоку р. Катун и правобережью Кижы-Хема (см. рис. 1, 2, прил. 1). Сложена она фациально невыдержанными, линзующимися горизонтами конгломератов, залегающими часто в основании разреза и повторяющимися по разрезу несколько раз. Конгломераты переслаиваются с зелено- и красноцветными аркозовыми песчаниками, гравелитами, чёрными алевролитами, глинистыми, кремнистыми, реже серицит-хлоритовыми и хлоритовыми сланцами и известняками. Присутствуют редкие покровы эффузивов основного, среднего и кислого состава. В конгломератах обломочный материал сортирован слабо, окатан неодинаково. Размер обломков колеблется от долей см до 70–80 см. Они представлены (по степени убывания) тёмными мраморизованными известняками, чёрными кремнями и кремнистыми сланцами, светлыми мраморизованными и доломитизированными известняками, кварцевыми песчаниками, гравелитами, редко эффузивами основного состава и интрузивными породами среднего и кислого состава. Цемент базальный песчано-кремнистый и песчано-карбонатный. Взаимоотношения с подстилающими породами тектонические, но почти повсеместно в основании разреза толщи картируются горизонты конгломератов мощностью от десятков до 300 м. А общая вскрытая мощность свиты по руч. Перевальному составляет 1200 м.

Сопоставление описанной толщи с образованиями осиновской свиты, широко развитыми в прилегающих структурах Кембросаяна, основывается на биостратиграфических данных и сходстве литологического состава. В прослоях карбонатных пород в средней части свиты по руч. Перевальному и в верховьях

Звериного Казыра определены: водоросли *Hedstroemia* sp., *Ortonella* sp., *Rothpletzella* sp., *Renalcis* sp., *Proaulopora* sp., *Subtiploria* sp., *Girvanella* sp., трилобиты плохой сохранности, срезы скелетной органики (брахиопод, гастропод, остракод, фораминифер), спикулы одно- и трёхлучевых губок (определения В.А. Лучининой, А.А. Терлеева, М.В. Степановой и Р.Т. Богнибовой). По заключению В.А. Лучининой и А.А. Терлеева приведённый комплекс водорослей характерен для верхнего кембрия–ордовика. Это нижняя моласса в разрезе салаирид Восточного Саяна, которая надёжно коррелирует с иргитхемской свитой Тувы, арбатской — Западного Саяна, нарвской и баджейской свитами в Манском районе (Легенда..., 1998 ф.; Смагин и др., 1999). Аналогичный состав и строение имеет систигхемская серия ордовиского возраста в прилегающих структурах Систигхемского прогиба Восточной Тувы (Беззубцев и др., 2008).

В верховьях руч. Серповидный — правого притока верховий р. Катун в 500 м от перевала в Звериный Казыр (см. прил. 1) закартировано небольшое субвулканическое тело (диаметром 70 м) каплевидной формы (некк) оливин-пироксенового диабаз. В центральной части тела порода раскристаллизована, насыщена вкрапленниками и стяжениями жёлто-зелёного оливина, имеет столбчатую отдельность. В периферических частях и в уходящей на юг апофизе основная масса афировая и лейсты оливина образуют спинифекс структуру. В апофизе породы насыщены миндалинами белого кальцита. Известняки на контакте с телом интенсивно брекчированы, трещиноваты, пронизаны массой прожилков кальцита и кремнистого материала, в деловии присутствуют скарны с гранатом и эпидотом, незначительной сыпью пирита. Описанное тело является, по-видимому, самым северо-западным проявлением неоген-четвертичного вулканизма Центральной Азии.

В полях развития магдасской и кижихемской свит закартированы крупные массивы расслоенных габброидов, условно относимых к казырскому комплексу: Сокол, Безымянный, Таёжно-Казырский, Заоблачный, Мус-Дагский, Мунгашский, Демер-Тайгинский (см. рис. 1, прил. 1). Массивы приурочены к синклиналим структурам вмещающих отложений. Кроме крупных базитовых плутонов по всему разрезу Казырской зоны, включая и таёжноказырскую свиту, широко развиты небольшие тела габброидов и многочисленные дайки и послойные тела габбро-диабазов. Степень метаморфизма пород, вмещающих габброидные массивы, не превышает зеленосланцевой фации. Северо-восточные и юго-западные контакты массивов часто сорваны и породы вмещения как-бы обтекают габброиды без видимых контактовых изменений. Имеющиеся вопросы по возрасту и принадлежности массивов к комплексу в статье не рассматриваются. В юго-западной части Казырской зоны развиты многочисленные массивы гранитоидов ольховского комплекса (Є₂₋₃), прорванные сиенитами лугагского комплекса (D₁), маркирующие уже структуры Северо-Саянской палеодуги.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ. Приведённый выше обзор проблем в геологическом строении и истории развития Казырской зоны Восточного Саяна решается при учёте данных о:

- геодинамической позиции Казырской зоны как задугового бассейна Северо-Саянской поздневендско-раннекембрийской палеоостровной дуги;
- соответственно, поздневендско-раннекембрийском возрасте выполняющих зону отложений;
- заложении задугового бассейна на структурах краевой части Дербинского террейна, сложенных комплексами осадочного чехла последнего;
- формировании в результате коллизионных процессов орогенной стадии серии вытянутых блоков, субпараллельных краю Дербинского террейна с субвертикальным залеганием пород и образованием рамповой структуры — грабена, зажато между встречными взбросами (Борукаев, 1999).

Геодинамическая позиция Казырской зоны как задугового бассейна Северо-

Саянской поздневендско-раннекембрийской палеоостровной дуги обоснована в (Kungurtsev, Berzin, 1994; Берзин, Кунгурцев, 1996; Обновлённые..., 2007). Тыловой структурой задугового бассейна был Дербинский террейн с мезо-неопротерозойской корой и поздневендским осадочным чехлом, входивший к этому времени в Саяно-Енисейский аккреционный пояс юго-западной континентальной окраины Сибирской платформы (Горохов и др., 2016; Ножкин и др., 2018) (см. рис. 1, прил. 1).

Такая возрастная привязка формирования чехла Дербинского террейна согласуется с этапами развития Северо-Саянской палеоостровной дуги и Казырской зоны как её задугового бассейна (Kungurtsev, Berzin, 1994; Берзин, Кунгурцев, 1996). Первому, венд-кембрийскому этапу развития палеодуги, соответствует заложение задугового бассейна, выразившееся в углублении морского бассейна и формировании флишевых отложений на континентальном склоне Дербинского террейна (жайминская (магдаская) свита). Из анализа мезо- и макроритмичности отложений свиты (Федотов и др., 1982 *ф.*) обосновывают накопление пород нижней подсвиты в морском малоглубинном бассейне вблизи окраины континента, породы верхней подсвиты накапливались в условиях морского бассейна средней глубинности. В целом режим осадконакопления отличался нестабильностью и трансгрессивным характером макроритмов. С такой моделью согласуется металлогеническая характеристика пород нижней подсвиты жайминской свиты, где развиты углеродисто-кварцевые сланцы с повышенной радиоактивностью, интенсивно сульфидизированные с содержаниями полезных компонентов (%): V — 0,03–0,61; Cu — 0,02–0,4; Mo — 0,004–0,22; U — 0,002–0,018; Zn — 0,01–0,5 (Кошпешское проявление) (Беззубцев и др., 2008). Такая минерализация и черносланцевые отложения характерны для континентальных шельфов, осложнённых мобильными прогибами вдоль рифтогенных систем, где возникают зоны с менее активными гидродинамическими условиями. В этих прогибах наряду с осаждением фосфатов происходила седиментация терригенно-глинистых отложений, обогащённых аквальным органическим веществом. Битуминовые терригенно-кремнисто-глинистые илы интенсивно аккумулировали из придонных вод ванадий, молибден, уран, кобальт и некоторые тяжёлые металлы, вплоть до концентраций, представляющих практический интерес (Бассейны..., 2017). Карбонатные отложения с месторождениями фосфоритов известны на вендском уровне во многих районах Алтае-Саянской области: Белкинское, Тамалыкское в Кузнецком Алатау, Телекское и Сейбинское в северо-западной части Восточного Саяна, Обладжанское на Батеневском кряже. Они сформировались главным образом по фосфатоносным толщам венда карбонатного и отчасти алюмосиликатного состава (Терлеев и др., 2019; Сосновская и др., 2019). На юго-востоке Восточного Саяна известны три месторождения: Харанурское, Боксонское и Ухагольское, приурочены к доломитовой забитской свите венд-кембрийского возраста.

Второму, раннекембрийскому этапу зрелой островной дуги соответствует растяжение бассейна с формированием расчленённого рельефа, где в раннекижигемское время накапливались отложения черносланцевой-граувакковой формации. Фациальная неустойчивость отложений характеризует сложность рельефа дна бассейна этого времени. Устанавливается приуроченность песчаниковых фаций преимущественно к зонам поднятий, а известняково-сланцевых — к прогибам (Предтеченский, 1967). Процесс растяжения этого времени сопровождается спорадическим проявлением основного вулканизма, что также осложняло рельеф задугового бассейна. В среднекижигемское время происходит затухание вулканической деятельности, стабилизация рельефа и накапливаются светлоокрашенные известняки и доломиты, часто содержащие слои с онколитами. Следы мутьевых потоков и складки оползания в начале позднекижигемского времени свидетельствуют об активизации тектонических процессов в бассейне, накапливаются тёмноокрашенные терригенно-карбонатные флишеидные отложения с локальными проявлениями базальтоидного вулканизма. Максимум растяжения и

магматизма в зоне приходится на вторую половину раннего кембрия, когда происходит формирование вулканогенной толщи таёжноказырской свиты с геохимическими характеристиками базальтоидов задуговых зон спрединга и внедрение комагматичных им массивов расслоенных габброидов казырского комплекса с близкими геохимическими характеристиками (Берзин, Кунгурцев, 1996; Обновлённые..., 2007).

Орогенный этап развития на западе зоны представлен осиновской карбонатно-терригенной, часто грубообломочной, с вулканитами, свитой — вулканогенно-молассовой формацией, сохранившейся в серии тектонических клиньев на границе с Северо-Саянской палеоостровной дугой. Судя по возрасту проявления метаморфизма и субсинхронного с ним гранитоидного магматизма в Дербинском террейне (~ 510–500, 480–465 и 440–430 млн л.), коллизионный процесс на юго-западной окраине платформы был многоэтапным и хорошо увязывается с раннекаледонскими орогеническими событиями, широко проявленными в структурах Центрально-Азиатского складчатого пояса (Ножкин и др., 2018). По (Обновлённые..., 2007) восточная часть Алтае-Саянской области в это время развивалась в трансформной обстановке в условиях сжатия. Соответственно, ведущими в это время были правосторонние крупноамплитудные сдвиги, расколовшие окраину континента на литосферные блоки, лизы, пластины, перемещавшиеся относительно его края на северо-запад (в современных координатах), а в условиях сжатия происходило тектоническое сгущивание и формирование напряжённой складчатой и дизъюнктивной структуры выполнения блоков. По мнению (Семёнов и др., 2006) в осиновское время происходят активные тектонические подвижки, с которыми связан основной этап надвигообразования.

Многочисленные находки раннекембрийских органических остатков по всему разрезу кижихемской и таёжноказырской свит, картировавшихся ранее как образования кувайской серии позднего рифея, однозначно определяют время образования Казырской зоны как раннекембрийское. Вывод о раннекембрийском возрасте органических остатков, начиная с нижних горизонтов кижихемской свиты (водоросли *Epiphyton* Born., *E. sp.*, спикул губок, срезов скелетной органики), основывается на данных (Терлеев и др., 2004) о переходных венд-кембрийских отложениях западной части Алтае-Саянской складчатой области (Восточный Саян, Горная Шория, Кузнецкий Алатау, Горный Алтай), где выделены два последовательно сменяющих друг друга водорослевых комплекса: нижний с *Korilophyton*, *Gemma*, *Razumovskia*, *Girvanella*, *Proaulopora*, *Renalcis* и верхний, где наряду с отмеченными формами наблюдается массовое появление видов рода *Epiphyton* и родов *Batinevia*, *Tubophyllum*, *Subtifloria*. Аналогичная последовательность установлена для Сибирской платформы (Лучинина, 1990). Нижний комплекс принадлежит верхам венда (немакит-далдынский горизонт), верхний комплекс с *Epiphon* во всех разрезах платформы характерен для томмотского яруса нижнего кембрия.

Комплексы археоциат, трилобитов и брахиопод позволяют датировать верхнюю подсвиту кижихемской свиты на уровне базаихско-камешковского горизонтов атдабанского яруса, а таёжноказырскую свиту на уровне санаштыкгол-обручевского горизонтов ботомского и тайонского ярусов нижнего кембрия (см. рис. 3). Эти комплексы коррелируют с аналогичными комплексами Восточного Саяна (Дятлова, Сычева, 1999; Дятлова, 2011; Сосновская и др., 2019).

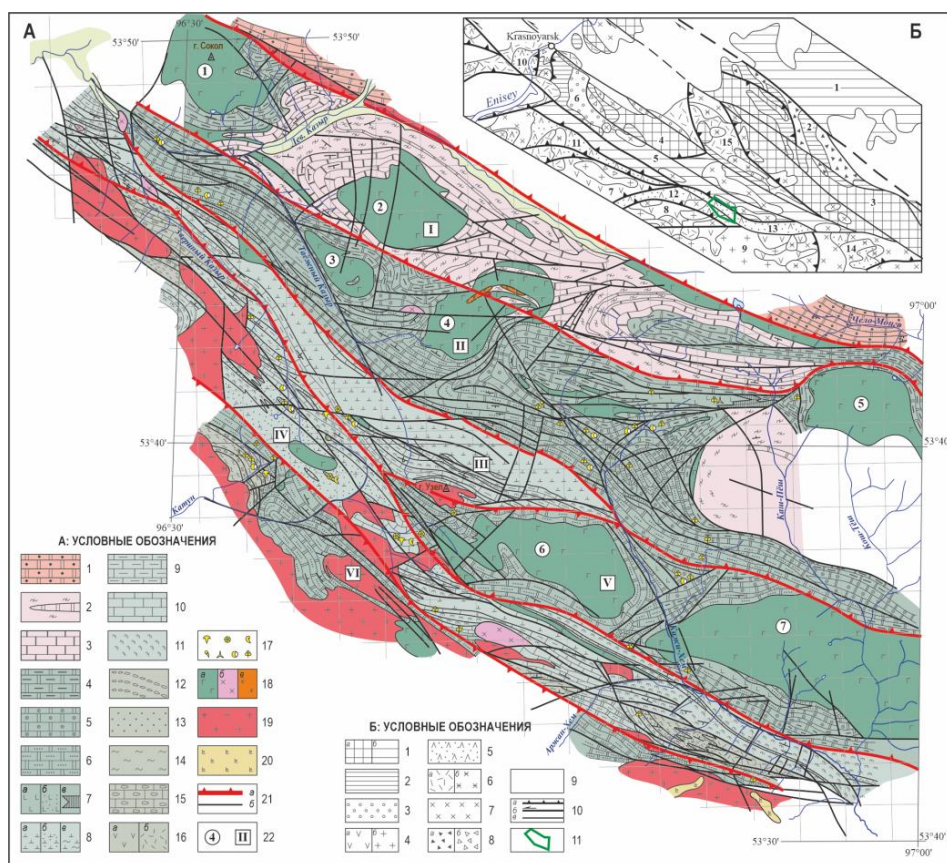
Жайминская (магдассакая) свита, имеющая согласные, постепенные переходы как с подстилающей дербинской свитой венда, так и кижихемской свитой раннего кембрия, наиболее вероятно имеет поздневендский возраст.

С учётом данных о возрасте осадочного чехла Дербинского террейна (Горохов и др., 2016; Ножкин и др., 2018), на рассматриваемой территории выстраивается закономерный латерально-возрастной ряд отложений от наиболее древних и более метаморфизованных мелководных карбонатных образований дербинской свиты венда, через более глубоководные флишоидные терригенные кристаллосланцевые

толщи жайминской (магдассакой) свиты позднего венда к карбонатно-вулканогенно-терригенным образованиям кижихемской и таёжноказырской свит раннекембрийского возраста, связанным с расчленённым морским рельефом задугового морского бассейна.

Автор выражает искреннюю признательность академику РАН В.С. Суркову за всемерную поддержку проведения полевых работ в Северо-Восточной Туве, а также моим коллегам по СНИИГГиМСу, участникам этих работ: Т.А. Ковязиной, Р.Т. Богнибовой, В.М. Исакову и А.В. Абрамову. Автор признателен рецензентам А.А. Терлеву и А.А. Монгушу за советы, замечания и обсуждение, позволившие логичнее увязать геологическое строение региона с историей его развития, улучшить структуру статьи. Особая благодарность Ч.К. Ойдууп и редакции журнала за помощь в подготовке материалов к публикации.

ПРИЛОЖЕНИЕ



Приложение 1. Геологическое строение и позиция Казырской зоны в структурах Восточного Саяна и сопредельных регионов

А — Литолого-стратиграфическая карта центральной части Казырской зоны Восточного Саяна
 1 — дербинская свита (V_{dr}): крупнокристаллические графитистые мраморы; 2–3 — жайминская (магдасская) свита (V_{2gm}): 2 — кристаллические сланцы, прослои мраморов нижней подсвиты; 3 — силикатно-карбонатные породы верхней подсвиты; 4–7 — кижихемская свита (C_1kg): 4 — нижняя подсвита: тёмноокрашенные известняки и доломиты в т. ч. мраморизованные, с прослоями кремнистых пород, покровами базальтоидов; 5 — средняя подсвита: светлоокрашенные известняки, доломиты онколитовые в т. ч. мраморизованные; 6 — верхняя подсвита: известняки и доломиты с терригенно-туфогенной примесью в т. ч. мраморизованные, покровы базальтоидов; 7 — покровы базальтоидов (а), их туфы (б), туфогенно-кремнистые породы (в) на различных уровнях свиты; 8–11 — таёжноказырская свита

($\epsilon_1 t \tilde{g}$): 8 — диабазы, диабазовые, базальтовые и андезитовые порфириды (а), их туфы (б), апозэффузивные сланцы (в), 9 — чёрные известняки с прослоями терригенных и туфогенных пород, 10 — светлые рифовые известняки, в т. ч. мраморизованные; 11 — хлоритовые, серицит-хлоритовые и кремнисто-глинистые сланцы с прослоями песчаников, конгломератов, покровами базальтоидов; 12–16 — осинонская свита ($\epsilon_3\text{-Oos}$): 12 — конгломераты, гравелиты, 13 — песчаники, 14 — алевролиты, глинистые сланцы, 15 — известняки, доломиты с прослоями кремней и примесью терригенного материала, 16 — покровы базальтоидов (а), кислых и средних эффузивов (б), их туфы; 17 — местоположение находок органических остатков: трилобитов, археоциат, брахиопод, хиолитов, срезов скелетной органики, спикул губок, известковых водорослей; 18 — массивы расслоенных габброидов условно казырского комплекса: а — габброиды, б — диориты, в — кварцевые сиениты; 19 — интрузивные породы среднего, кислого и щелочного состава различного возраста; 20 — оливиновые базальты миоцена; 21 — разломы, разделяющие блоковые структуры (а), второстепенные и осложняющие (б); 22 — номера тектонических блоков (а): I — хр. Безмянный, II — Казырский, III — хр. Прямой, IV — Верхнекатунский, V — Демер-Тайгинский, VI — Кембросаянский и массивов расслоенных габброидов (б): 1 — Сокол, 2 — Безмянный, 3 — Таёжно-Казырский, 4 — Заоблачный, 5 — Мус-Дагский, 6 — Мунгашский, 7 — Демер-Тайгинский.

Б — Положение изученного участка на схеме геодинамических комплексов Алтае-Саянской складчатой области из (Kungurtsev, Verzin, 1994) с изменениями

1–9 — палеогеодинамические комплексы и структуры: 1 — платформ и микроконтинентов: а — кристаллического основания, б — осадочного чехла (1 — Сибирская платформа, 3 — Бирюсинский блок, 4 — Канский блок, 5 — Дербинск-Арзыбейский террейн); 2 — межконтинентальных рифтов PR₃ (2 — Присаянский перикратонный прогиб); 3 — пассивных континентальных окраин V–PZ₁ (6 — Манский прогиб); 4–6 — субдукционные комплексы: 4 — магматических островных дуг PZ₁: а — осадочно-вулканогенные, б — гранитоиды (7 — Кембросаянский, 8 — Северо-Саянский, 9 — Хамсаринский террейны); 5 — задуговых бассейнов, терригенно-вулканогенные PZ₁ (10 — Беллыкско-Солгонская, 11 — Сисимская, 12 — Копь-Китатская, 13 — Казырская, 14 — Восточно-Тувинская зоны); 6 — активных континентальных окраин PZ₂: а — осадочно-вулканогенные, б — гранитоиды (15 — Агульский прогиб); 7–8 — коллизионные: 7 — анатектические гранитоиды PZ₁; 8 — передовой и межгорной молассы: а — PR₃, б — PZ₁; 9 — наложенных впадин D–N; 10 — разломы: а — надвиги и поддвиги, б — сдвиги, в — прочие; 11 — контуры Литолого-стратиграфической карты на Схеме.

ЛИТЕРАТУРА

- Александровский Ю.С., Демьянов С.П., Демьянова Г.П. и др.* Геологическая съёмка и полезные ископаемые бассейна рек Томская, Падун (лист N-47-85-A): Оконч. отч. Падунской партии по работам 1970–1971 гг. – Красноярск, 1972 ф. – Тыв. фил. ФБУ «ТФГИ по СФО». – Инв. № 1331.
- Бассейны* фосфоритоносные, горючесланцевые, уран-молибден-ванадиевые, золото-платиноидно-молибден-никеленозные [Электрон. ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://okvsk.ru/litogeodinamika/990-basseyny-fosforitonosnye-goryuchslancevye-uran-molibden-vanadievye-zoloto-platinoidno-molibden-nikelenosnye.html>, свободный.
- Беззубцев В.В., Махлаев М.Л., Кириченко В.Т., Перфильев В.В. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист N-46 — Абакан: Объясн. зап. – СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2008. – 391 с.
- Беззубцев В.В., Зувев В.К., Шаталина Т.А., Реверчук Р.П.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Восточно-Саянская серия. Лист N-47-XIX (Ак-Суг): Объясн. зап. – М.: ВСЕГЕИ, 2013. – 214 с.
- Берзин Н.А., Кунгурцев Л.В.* Геодинамическая интерпретация геологических комплексов Алтае-Саянской области // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37. – № 1. – С. 63–81.
- Богнибова Р.Т., Кунгурцев Л.В., Ковязина Т.А., Абрамов А.В.* О раннекембрийском возрасте кувайской серии юго-западной части Восточного Саяна // Геология и полезные ископаемые докембрия и палеозоя Сибири. – Новосибирск, 1990. – С. 59–61.
- Богнибова Р.Т., Ковязина Т.А., Абрамов А.В.* О раннекембрийском возрасте отложений, относящихся к кувайской серии в юго-западной части Восточного Саяна // Геология и геофизика. – 1991. – Т. 32. – № 10. – С. 41–49.
- Борукаев Ч.Б.* Словарь-справочник по современной тектонической терминологии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999 (тр. ОИГТМ СО РАН, вып. 840). – 69 с.

- Воробьев В.Н., Максютин Ю.В., Самсонов Д.М., Соколов В.В., Попов А.Н., Зайцев И.А. Групповая геологическая съёмка масштаба 1:50 000 на площади листов N-46-67-B, -Г; -79, -80 за 1981–1986 гг. – Минусинск, 1986 ф.
- Галимова Т.Ф., Паикова А.Г., Поваринцева С.А., Перфильев В.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Ангаро-Енисейская. Лист N-47 — Нижнеудинск. Объясн. зап. – СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2012. – 652 с.
- Горохов И.М., Кузнецов А.Б., Овчинникова Г.В., Ножкин А.Д., Азимов П.Я., Каурова О.К. Изотопный состав Pb, Sr, O и C в метакarbonатных породах дербинской свиты (Восточный Саян): хемостратиграфическое и геохронологическое значение // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2016. – Т. 24. – № 1. – С. 3–22.
- Дятлова И.Н., Сычева Р.Ф. Новые материалы по биостратиграфии раннего кембрия Восточного Саяна // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1999. – Т. 7. – № 4. – С. 3–13.
- Дятлова И.Н. Казырский (Сретенский опорный разрез) [Электрон. ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <https://сибирскаясикифия.рф/find/lib/geotaiat.pdf>, свободный.
- Кунгурцев Л.В., Ковязина Т.А., Богнибова Р.Т., Абрамов А.В. Геология Казырской зоны Восточного Саяна // Геология и полезные ископаемые юга Восточной Сибири: Тез. докл. конф. – Иркутск, 1989. – С. 12–13.
- Легенда Восточно-Саянской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000. (в 2-х кн.). Кн. 2: Легенда / Перфильев В.В., Галимова Т.Ф., Скопинцев В.Т. – Иркутск: Иркутскгеология, 1998 ф. – 92 с. – Иркутский фил. ФБУ «ТФГИ по СФО». – Инв. № 16271.
- Лучинина В.А. Расчленение и корреляция пограничных отложений венда и кембрия Сибирской платформы по известковым водорослям // Биостратиграфия и палеонтология Северной Азии. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 32–44.
- Ножкин А.Д., Туркина О.М., Дмитриева Н.В., Травин А.В., Лиханов И.И. Метакарбонатно-терригенный комплекс Дербинского блока (Восточный Саян): петрогеохимическая и изотопная характеристика, метаморфизм и время формирования // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59. – № 6. – С. 814–836. – DOI: 10.15372/GiG20180605.
- Обновлённые схемы межрегиональной и региональной корреляции магматических и метаморфических комплексов Алтае-Саянской складчатой области и Енисейского кряжа / Берзин Н.А., Ножкин А.Д., Хомичев В.Л.; отв. ред. В.Л. Хомичев. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2007. – 280 с.
- Предтеченский А.А. Основные черты геологического развития западной части Восточного Саяна в докембрии и кембрии. – Новосибирск: Наука, 1967. – 155 с.
- Сезько А. И. Основные этапы формирования земной коры Присяньи // Эволюция земной коры в докембрии и палеозое: Саяно-Байкальская горная область. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 5–41.
- Семёнов М.И., Гусейнов И.Ф., Должковой Б.М., Попова Н.Н. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Минусинская серия. Лист N-46-XVI (Артёмовск): Объясн. зап. – СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2006. – 215 с.
- Смагин А.Н., Туркина О.М., Ножкин А.Д., Хомичёв В.Л., Александровский Ю.С., Косоруков А.П. Рабочая корреляционная схема магматических и метаморфических комплексов Восточного Саяна // Региональные схемы корреляции магматических и метаморфических комплексов Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1999. – С. 46–69.
- Сосновская О.В., Токарев Д.А., Коровников И.В. Региональная стратиграфическая схема нижнекембрийских отложений восточной части Алтае-Саянской складчатой области // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2019. – № 8 с. – С. 33–69. – DOI: 10.20403/2078-0575-2019-8s-33-68.
- Стамборовский Н.Н., Пятов О.И. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Восточно-Саянская. Лист N-47-XIX: Объясн. зап. –Л., 1976. – 78 с.
- Терлеев А.А., Лучинина В.А., Сосновская О.В., Багмет Г.Н. Известковые водоросли и нижняя граница кембрия в западной части Алтае-Саянской складчатой области // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45. – № 4. – С. 485–491.
- Терлеев А.А., Постников А.А., Гибшер А.С., Сосновская О.В., Краевский Б.Г., Багмет Г.Н., Токарев Д.А. Региональная стратиграфическая схема верхнепротерозойских отложений

Алтае-Саянской складчатой области // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2019. – № 8 с. – С. 4–32. – DOI: 10.20403/2078-0575-2019-8s-4-32.

Фомин Ю.П., Колесников А.В., Синцов А.В. Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200 000. Серия Восточно-Саянская. Лист N-47-XX: Объясн. зап. – М.: Недра, 1968. – 54 с.

Федотов В.В., Артемьев В.А., Коровин Н.И. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейнов рек Уды, Казыра, Кизи-Хема и Бол. Мурхоя (листы N-47-74-А, -Б, -В, -Г; N-47-75-А: Отч. Северо-Казырской партии по результатам полистной геологической съёмки м-ба 1 : 50 000 за 1979–1981 гг.). – Иркутск: Иркутскгеология, 1982 ф. – Инв. №397580.

Kungurtsev L.V., Berzin N.A. Late Riphean-Early paleozoic evolution and related geodynamic complexes of Altai-Sayan folded area (Central Asia) // Paleoasian ocean to Paleo-Pacific ocean: International Joint Symposium of IGCP Projects 283, 321, 359 in Japan. – Sapporo, 1994. – P. 52–56.

REFERENCES

Aleksandrovskiy Yu.S., Dem'yanov S.P., Dem'yanova G.P. i dr. Geologicheskaya s"yomka i poleznyye iskopaemyye basseyna rek Tomskaya, Padun (list N-47-85-A) [Geological survey and mineral resources of the Tomsk and Padun river basins (sheet N-47-85-A)]: Final report of the Padun party on the work of 1970–1971. Krasnoyarsk, 1972 stock, Tyvinsky branch of the Federal State Budgetary Institution «TFGI in the Siberian Federal District», inv. no. 1331. (In Russ.)

Basseyne fosforitonosnyye, goryucheshlantsevyye, uran-molibden-vanadiyevyye, zoloto-platinoidno-molibden-nikelenosnyye [Phosphorite-bearing, oil shale, uranium-molybdenum-vanadium, gold-platinum-molybdenum-nickel-bearing basins]. 2017. Available at: <https://okvsk.ru/litogeodinamika/990-basseyny-fosforitonosnye-goryucheshlantsevyye-uran-molibden-vanadiyevye-zoloto-platinoidno-molibden-nikelenosnyye.html>. (In Russ.)

Bezzubtsev V.V., Makhlayev M.L., Kirichenko V.T., Perfil'yev V. V. i dr. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Seriya Altaye-Sayanskaya. List N-46 — Abakan [State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1 000 000 (third generation). Altai-Sayan series. Sheet N-46 — Abakan]: Explanatory note. St. Petersburg, VSEGEI Cartographic Factory Publ., 2008, 391 p. (In Russ.)

Bezzubtsev V.V., Zuyev V.K., Shatalina T.A., Reverchuk R.P. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 200 000. Vostochno-Sayanskaya seriya. List N-47- XIX (Ak-Sug) [State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 200,000. East Sayan series. Sheet N-47-XIX (Ak-Sug)]: Explanatory note. Moscow, VSEGEI Publ., 2013, 214 p. (In Russ.)

Berzin N.A., Kungurtsev L.V. Geodinamicheskaya interpretatsiya geologicheskikh kompleksov Altaye-Sayanskoy oblasti [Geodynamic interpretation of geological complexes of the Altai-Sayan region]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 1996, vol. 37, no. 1, pp. 63–81. (In Russ.)

Bognibova R.T. Kungurtsev L.V., Kovyazina T.A., Abramov A.V. O rannekembriyskom vozraste kuvayskoy serii yugo-zapadnoy chasti Vostochnogo Sayana [On the Early Cambrian age of the Kuvai Group in the southwestern part of the Eastern Sayan]. *Geologiya i poleznyye iskopaemyye dokembriya i paleozoya Sibiri = Geology and minerals of the Precambrian and Paleozoic of Siberia*. Novosibirsk, 1990, pp. 59–61. (In Russ.)

Bognibova R.T., Kovyazina T.A., Abramov A.V. O rannekembriyskom vozraste otlozheniy, odnosyashchikhsya k kuvayskoy serii v yugo-zapadnoy chasti Vostochnogo Sayana [On the Early Cambrian age of sediments belonging to the Kuvai series in the southwestern part of the Eastern Sayan]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 1991, vol. 32, no. 10, pp. 41–49. (In Russ.)

Borukayev Ch.B. *Slovar'-spravochnik po sovremennoy tektonicheskoy terminologii* [Dictionary-reference book on modern tectonic terminology]. Novosibirsk, Publishing House SB RAS, 1999 (Proceedings OIGGM SB RAS, is. 840), 69 p. (In Russ.)

Vorob'yev V.N., Maksyutin Yu.V., Samsonov D.M., Sokolov V.V., Popov A.N., Zaytsev I.A. Gruppovaya geologicheskaya s"yomka masshtaba 1 : 50 000 na ploshchadi listov N-46-67-V, -G; -79, -80 za 1981–1986 gg. [Group geological survey on a scale of 1 : 50,000 on the area of sheets N-46-67-V, -G; -79, -80 for 1981–1986]. Minusinsk, 1986, stock. (In Russ.)

- Galimova T.F., Pashkova A.G., Povarintseva S.A., Perfil'yev V.V. i dr. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Seriya Angaro-Yeniseyskaya. List N-47 — Nizhneudinsk* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1 000 000 (third generation). Angara-Yenisei series. Sheet N-47 — Nizhneudinsk]. Explanatory letter. St. Petersburg, VSEGEI Cartographic Factory Publ., 2012, 652 p. (In Russ.)
- Gorokhov I.M., Kuznetsov A.B., Ovchinnikova G.V., Nozhkin A.D., Azimov P.Ya., Kaurova O.K. Izotopnyy sostav Pb, Sr, O i C v metakarbonatnykh porodakh derbinskoy svity (Vostochnyy Sayan): khemostratigraficheskoye i geokhronologicheskoye znachenie [Isotopic composition of Pb, Sr, O and C in metacarbonate rocks of the Derbin Formation (Eastern Sayan): chemostratigraphic and geochronological significance]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya = Stratigraphy. Geological Correlation*, 2016, vol. 24, no. 1, pp. 3–22. (In Russ.)
- Dyatlova I.N., Sycheva R.F. Novyye materialy po biostratigrafii rannego kembriya Vostochnogo Sayana [New materials on the biostratigraphy of the Early Cambrian of the Eastern Sayan]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya = Stratigraphy. Geological Correlation*, 1999, vol. 7, no. 4, pp. 3–13. (In Russ.)
- Dyatlova I.N. *Kazyrskiy (Sretenskiy opornyy razrez)* [Kazyrsky (Sretensky reference section)]. 2011. Available at: <https://сибирскаяскифия.рф/find/lib/geotaiat.pdf>. (In Russ.)
- Kungurtsev L.V., Kovyazina T.A., Bognibova R.T., Abramov A.V. Geologiya Kazyrskoy zony Vostochnogo Sayana [Geology of the Kazyr zone of the Eastern Sayan]. *Geologiya i poleznye iskopayemye yuga Vostochnoy Sibiri* [Geology and minerals of the south of Eastern Siberia]: Abstracts of conference reports. Irkutsk, 1989, pp. 12–13. (In Russ.)
- Legenda Vostochno-Sayanskoy serii listov Gosudarstvennoy geologicheskoy karty Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1 : 200 000. (v 2-kh kn.). Kn. 2: Legenda* [Legend of the East Sayan series of sheets of the State Geological Map of the Russian Federation, scale 1 : 200,000. (in 2 books). Book 2: Legend] / Perfil'yev V.V., Galimova T.F., Skopintsev V.T. Irkutsk, Irkutskgeologiya, 1998 f. – 92 s. Irkutsk branch of the Federal State Budgetary Institution «TFGI in the Siberian Federal District», inv. no. 16271. (In Russ.)
- Luchina V.A. Raschleneniye i korrelyatsiya pogranichnykh otlozheniy venda i kembriya Sibirskoy platformy po izvestkovym vodoroslyam [Division and correlation of Vendian and Cambrian boundary deposits of the Siberian Platform using calcareous algae]. *Biostratigrafiya i paleontologiya Severnoy Azii* [Biostratigraphy and paleontology of Northern Asia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1990, pp. 32–44. (In Russ.)
- Nozhkin A.D., Turkina O.M., Dmitriyeva N.V., Travin A.V., Likhanov I.I. Metakarbonatno-terrigenyy kompleks Derbinskogo bloka (Vostochnyy Sayan): petrogeokhimicheskaya i izotopnaya kharakteristika, metamorfizm i vremya formirovaniya [Metacarbonate-terrigenous complex of the Derba block (Eastern Sayan): petrogeochemical and isotope characteristics, metamorphism and time of formation]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2018, vol. 59, No. 6, pp. 814–836, doi: 10.15372/GiG20180605. (In Russ.)
- Obnovlonnyye skhemy mezhregional'noy i regional'noy korrelyatsii magmatischeskikh i metamorficheskikh kompleksov Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti i Yeniseyskogo kryazha [Updated schemes of interregional and regional correlation of igneous and metamorphic complexes of the Altai-Sayan folded region and the Yenisei Ridge] / Berzin N.A., Nozhkin A.D., Khomichuv V.L.; ed. by V.L. Khomichev. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 2007, 280 p. (In Russ.)
- Predtechenskiy A.A. *Osnovnyye cherty geologicheskogo razvitiya zapadnoy chasti Vostochnogo Sayana v dokembrii i kembrii* [The main features of the geological development of the western part of the Eastern Sayan in the Precambrian and Cambrian]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1967, 155 p. (In Russ.)
- Sez'ko A. I. Osnovnyye etapy formirovaniya zemnoy kory Prisan'yaya [The main stages of the formation of the earth's crust in the Sayan region]. *Evolutsiya zemnoy kory v dokembrii i paleozooye: Sayano-Baykal'skaya gornaya oblast'* [Evolution of the earth's crust in the Precambrian and Paleozoic: Sayan-Baikal mountain region]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1988, pp. 5–41. (In Russ.)
- Semonov M.I., Guseynov I.F., Dolzhkovoy B.M., Popova N.N. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 200 000. Minusinskaya seriya. List N-46-KHVI (Artyomovsk) [State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 200 000. Minusinsk series. Sheet N-46-XVI (Artyomovsk)]: Explanatory note. St. Petersburg, VSEGEI Cartographic Factory Publ., 2006, 215 p. (In Russ.)

- Smagin A.N., Turkina O.M., Nozhkin A.D., Khomichov V.L., Aleksandrovskiy Yu.S., Kosorukov A.P. Rabochaya korrelyatsionnaya skhema magmaticheskikh i metamorficheskikh kompleksov Vostochnogo Sayana [Working correlation scheme of igneous and metamorphic complexes of the Eastern Sayan]. *Regional'nyye skhemy korrelyatsii magmaticheskikh i metamorficheskikh kompleksov Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti* [Regional correlation schemes of igneous and metamorphic complexes of the Altai-Sayan folded region]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 1999, pp. 46–69. (In Russ.)
- Sosnovskaya O.V., Tokarev D.A., Korovnikov I.V. Regional'naya stratigraficheskaya skhema nizhekembriyskikh otlozheniy vostochnoy chasti Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti [Regional stratigraphic scheme of the Lower Cambrian deposits of the eastern part of the Altai-Sayan folded region]. *Geologiya i mineral'no-syr'yevyye resursy Sibiri = Geology and mineral resources of Siberia*, 2019, no. 8 s., pp. 33–69, doi: 10.20403/2078-0575-2019-8s-33-68. (In Russ.)
- Stamborovskiy N.N., Pyatov O.I. *Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1 : 200 000. Seriya Vostochno-Sayanskaya. List N-47-XIX* [Geological map of the USSR. Scale 1 : 200 000. East Sayan series. Sheet N-47-XIX]: Explanatory note. Leningrad, 1976, 78 p. (In Russ.)
- Terleyev A.A., Luchinina V.A., Sosnovskaya O.V., Bagmet G.N. Izvestkovyye vodorosli i nizhnyaya granitsa kembriya v zapadnoy chasti Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti [Calcareous algae and the lower boundary of the Cambrian in the western part of the Altai-Sayan folded region]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2004, vol. 45, no. 4, pp. 485–491. (In Russ.)
- Terleyev A.A., Postnikov A.A., Gibsher A.S., Sosnovskaya O.V., Krayevskiy B.G., Bagmet G.N., Tokarev D.A. Regional'naya stratigraficheskaya skhema verkhneproterozoyskikh otlozheniy Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti [Regional stratigraphic scheme of Upper Proterozoic deposits of the Altai-Sayan folded region]. *Geologiya i mineral'no-syr'yevyye resursy Sibiri = Geology and mineral resources of Siberia*, 2019, no. 8 s., pp. 4–32, doi: 10.20403/2078-0575-2019-8s-4-32. (In Russ.)
- Fomin Yu.P., Kolesnikov A.V., Sintsov A.V. *Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1 : 200 000. Seriya Vostochno-Sayanskaya. List N-47-XX* [Geological map of the USSR. Scale 1 : 200 000. East Sayan series. Sheet N-47-XX]: Explanatory note. Moscow, Nedra Publ., 1968, 54 p. (In Russ.)
- Fedotov V.V., Artem'yev V.A., Korovin N.I. *Geologicheskoye stroyeniye i poleznyye iskopayemye basseynov rek Udy, Kazyra, Kizhi-Khema i Bol. Murkhoya (listy N-47-74-A, -B, -V, -G; N-47-75-A)* [Geological structure and minerals of the Uda, Kazyr, Kizhi-Khem and Bol. Murkhoya river basins. (sheets N-47-74-A, -B, -C, -D; N-47-75-A)]: Report of the Left-Kazyr Party based on the results of a sheet-by-sheet geological survey on a scale of 1 : 50 000 for 1979–1981. Irkutsk: Irkutskgeologiya Publ., 1982 stock, inv. no. 397580. (In Russ.)
- Kungurtsev L.V., Berzin N.A. Late Riphean-Early paleozoic evolution and related geodynamic complexes of Altai-Sayan folded area (Central Asia). Paleoasian ocean to Paleo-Pacific ocean: International Joint Symposium of IGCP Projects 283, 321, 359 in Japan. Sapporo, 1994, pp. 52–56.