

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

масштаба 1 : 200 000

Серия Западно-Саянская

Лист N-46-XXVI (Саяногорск)

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019**

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минприроды России)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
(Роснедра)

Департамент по недропользованию по Центрально-Сибирскому округу

Акционерное общество «Красноярскгеолъёмка»
(АО «Красноярскгеолъёмка»)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

масштаба 1 : 200 000

Издание второе

Серия Западно-Саянская

Лист N-46-XXVI (Саяногорск)

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
Издательство ВСЕГЕИ • 2019

УДК 55(571.51+571.13)(084.3)
ББК 26
Ш28

Авторы

Т. А. Шаталина, О. В. Сосновская, Ю. С. Александровский, А. Н. Минаков

Научный редактор *Е. И. Берзон*

Рецензенты Г. А. Бабин, Л. Е. Пестова, Б. А. Трифонов, С. В. Скосырев

Шаталина Т. А., Сосновская О. В., Александровский Ю. С. и др.
Ш28 Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Западно-Саянская. Лист N-46-XXVI (Саяногорск). Объяснительная записка / Мин-природы России, Роснедра, АО «Красноярскгеолсъемка». – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. – 224 с.: ил. 33.
ISBN 978-5-93761-336-3 (объясн. зап.)
ISBN 978-5-93761-337-0

Составлен комплект Госгеолкарты-200 второго издания листа N-46-XXVI (Саяногорск), включающий геологическую карту, карту четвертичных образований, карту полезных ископаемых и закономерностей их размещения. Обобщены результаты ГДП-200 по стратиграфии, тектонике, геоморфологии, гидрогеологии, истории геологического развития и полезным ископаемым. В стратиграфическом разрезе выделены позднерифейские, вендские, кембрийские, ордовикские, девонские, каменноугольные, пермские и четвертичные отложения. Среди интрузивных образований выделены позднерифейские, раннекембрийские и раннедевонские комплексы, последние два обеспечены радиологическими данными. Систематизированы сведения о полезных ископаемых по состоянию на 1.01.2015 г., проведена оценка прогнозных ресурсов площади на золото, медь. Выделены новые закономерности размещения полезных ископаемых, оценены перспективы их размещения. Комплект представляет интерес для недропользователей при поисках, оценке и разведке полезных ископаемых.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов, интересующихся региональной геологией России.

Табл. 13, ил. 33, список лит. 77 назв., прил. 13.

УДК 55(571.51+571.13)(084.3)
ББК 26

Рекомендовано к печати
НПС Роснедра 26 ноября 2015 г.

ISBN 978-5-93761-336-3 (объясн. зап.)
ISBN 978-5-93761-337-0

© Роснедра, 2019
© АО «Красноярскгеолсъемка», 2015
© Коллектив авторов, 2015
© Издательство ВСЕГЕИ, 2019

ВВЕДЕНИЕ

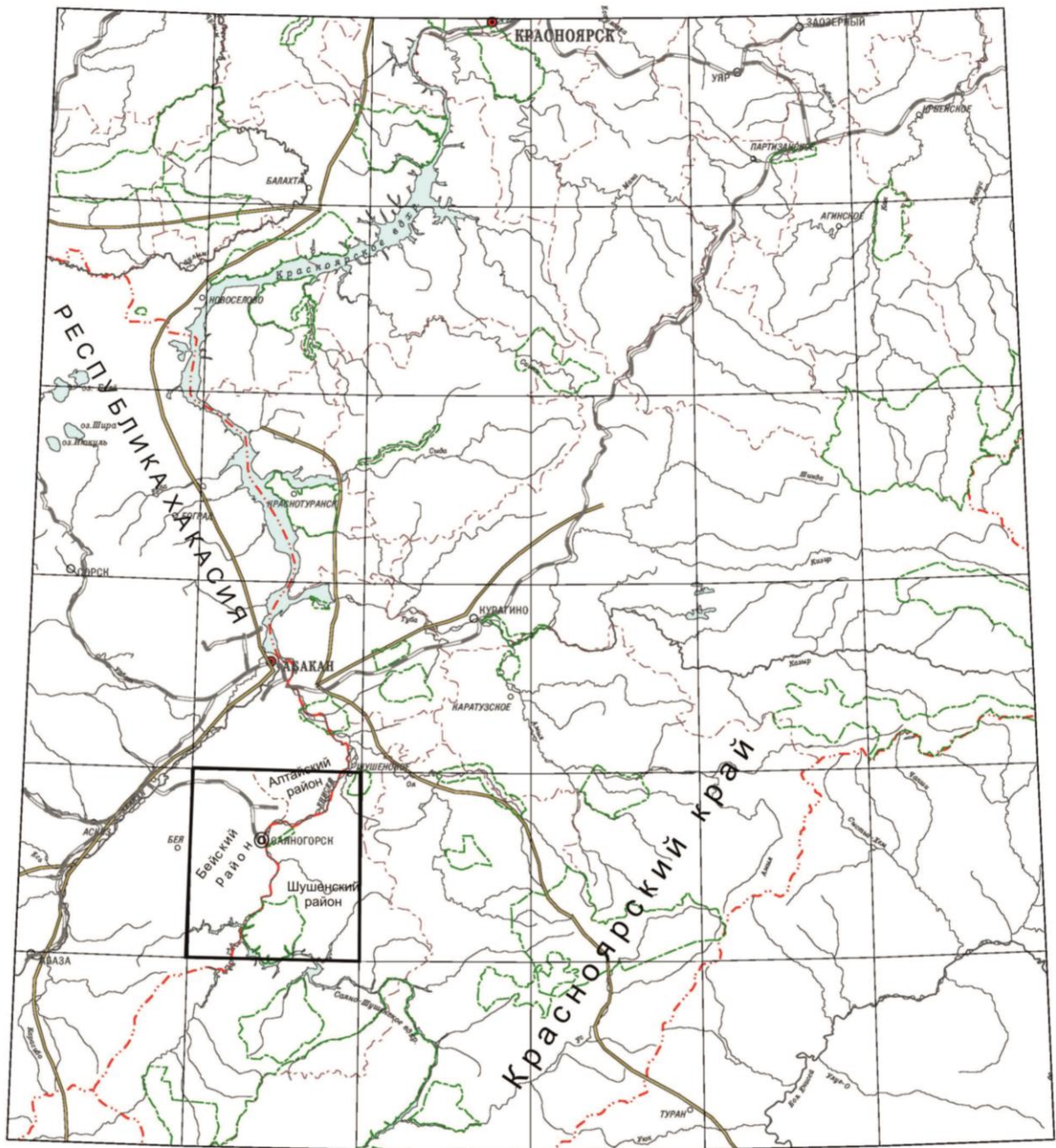
Территория листа N-46-XXVI с координатами: 52°40'–53°20' с. ш. и 91°00'–92°00' в. д., площадью 4981 км² расположена в двух субъектах РФ и в административном отношении входит в состав Шушенского района Красноярского края, Алтайского и Бейского районов Республики Хакасия (рис. 1). Северная часть территории листа относится к Южно-Минусинской котловине, представляющей собой слабовсхолмленную степную равнину с пересыхающими, засоленными озерами, мелкими реками. Южная часть расположена в северных отрогах Западного Саяна с системой таежных хребтов, вытянутых в восток-северо-восточном направлении. Основным горным сооружением является Борусский хребет с максимальной абс. отм. 2318,7 м (гора Пойлова). Относительные превышения достигают 300–1000 м. Реки здесь горные, порожистые, с крутыми обрывистыми берегами. С юго-запада на северо-восток район пересекает р. Енисей с притоками – реками Джой, Сизая, Голубая и др. Практически в центре площади листа расположен г. Саяногорск, связанный железной дорогой с г. Абакан и сетью автомобильных дорог с районными центрами. В южной части площади листа по берегам Саяно-Шушенского водохранилища находится территория заказника «Шушенский бор». Дороги на территории листа развиты неравномерно. В северной степной части они присутствуют везде, в южной горно-таежной местности грунтовые дороги имеются только по долинам рек и на отдельных водоразделах.

На территории листа находится заказник «Шушенский бор». Территория парка расположена на стыке двух природно-климатических зон – лесостепи и тайги и включает уникальные природно-территориальные комплексы Западного Саяна и Южно-Минусинской котловины. Заказник состоит из двух кластерных участков: Перовского лесничества (4,385 га) в Минусинской котловине и Горного (35,817 га) на северном макросклоне Западного Саяна. Северная часть парка представлена равнинным лесо-лугово-степным ландшафтом, а южная включает горно-таежные ландшафты, выраженные вертикальной поясностью. Высокая степень разнообразия лесорастительных зон обусловила биоразнообразие национального парка. В Шушенском боре насчитывается 750 видов сосудистых растений, 12 видов редких и исчезающих растений, в том числе кандык сибирский и кандык саянский, адонис весенний, бруннера сибирская, ветреница алтайская, примула Палласа, пион Марьин Корень, щитовник мужской. Фауну представляют четыре вида земноводных, пять видов пресмыкающихся, 47 видов млекопитающих и 270 видов птиц. Из животного мира наиболее богатой является орнитофауна. Двадцать семь птиц занесены в Красную книгу Российской Федерации, в частности: черный аист, малый лебедь, горный гусь, скопа, беркут, орлан-белохвост, балобан, сапсан, журавль-красавка и др. Среди млекопитающих преобладают заяц-русак, обыкновенная белка, бурый медведь, обыкновенная лисица, соболь, благородный олень, косуля, кабарга, лось, кабан.

В пределах площади находится крупнейшая в РФ Саяно-Шушенская ГЭС, Саяногорский алюминиевый завод, Кибик-Кордонский камнеперерабатывающий комбинат, Бейский угольный разрез, многочисленные карьеры для добычи строительных материалов и другие промышленные предприятия. В настоящее время территория является частью важных в хозяйственном отношении промышленных регионов – юга Красноярского края и Республики Хакасия.

Геологическое строение площади одноярусное: V (60 %), IV (30 %), III (10 %) категорий сложности и I категории обнаженности.

При составлении комплекта Госгеокарты-200 наряду с проведенным геологическим изучением использованы результаты геологосъемочных, тематических и поисковых работ. Используются также материалы наземных и аэрогеофизических съемок масштабов 1 : 200 000, 1 : 50 000 и 1 : 25 000, МАКС масштабов от 1 : 25 000 до 1 : 1 000 000 хорошего и удовлетворительного качества.



Площадь листа N-46-XXVI

- - - - - Граница Красноярского края
- - - - - Границы административных районов
- - - - - Граница национального заказника "Шушенский бор"

- — — — — Автомобильные дороги
- - - - - Железные дороги

Населенные пункты:

- Столица края, республики
- ◎ Города
- Поселки городского типа
- Поселки сельского типа

Рис. 1. Обзорная схема листа N-46-XXVI.

Площадь листа обеспечена топографической основой масштаба 1 : 200 000 и 1 : 100 000 – 100 %, материалами дистанционных съемок:

– АФС масштаба 1 : 20 000 – 1 : 30 000 – 100 % (качество удовлетворительное);

– АФС масштаба 1 : 48 000 – 60 % (качество хорошее и удовлетворительное);

– АФС масштаба 1 : 62 000 – 7 % (качество удовлетворительное).

Комплект карт составлен в соответствии с Легендой для Западно-Саянской серии листов Госгеолкарты-200 второго издания и прилагаемыми дополнениями.

По западной рамке лист N-46-XXVI граничит с изданным листом N-46-XXV (Аскиз), по северной рамке – с принятым к изданию листом N-46-XX (Абакан). Обоснование по несбойке границ с этими листами приведено в гл. «Стратиграфия».

Работы выполнялись коллективом Восточно-Саянской партии ОАО «Красноярскгеолсъемка» со II квартала 2014 г. по II квартал 2015 г. В подготовке материалов к изданию участвовали Т. А. Шаталина (ответственный исполнитель), О. В. Сосновская, Ю. С. Александровский, А. Н. Минаков. Материалы по основам подготовлены В. П. Бородиным (дистанционная), Т. Н. Корневской (геохимическая), Т. А. Вшивковой (геофизическая).

Авторы выражают благодарность за оказание помощи в написании объяснительной записки Н. Б. Доновой, М. Л. Махлаеву (СФУ), Н. Ф. Васильеву, М. Ю. Поварову, Г. А. Бабину (ВСЕГЕИ), А. Н. Землянкиной, А. В. Тимохину (ИНГГ СО РАН).

Топографическая основа листа N-46-XXVI подготовлена Картфабрикой ВСЕГЕИ по состоянию на 18.04.2011 г., соответствует всем необходимым требованиям, сертифицирована.

Геофизическая основа апробирована геофизической секцией НРС Роснедра (протокол № 2 от 17.03.2015 г.) и признана выполненной в соответствии с техническим (геологическим) заданием, является составной частью отчета по ГДП-200 [74ф].

Геохимическая основа апробирована ГХС НРС Роснедра (протокол № 146 от 18.06.2015 г.) и после исправления замечаний признана выполненной, является составной частью отчета по ГДП-200 [74ф].

Техническая редакция графических приложений и электронных копий проведены Е. Г. Гайнцевой, цифровые модели (ЦМ) составлены Ю. С. Кавицкой, Т. Е. Ильиной, Е. В. Сапегинной, набор и форматирование текста отчета и объяснительной записки – Л. В. Шинелевой. Научное редактирование комплекта Госгеокарты-200 и текста объяснительной записки выполнено Е. И. Берзоном.

Определение абсолютного возраста из проб, отобранных из пород интрузивных и вулканических комплексов, определялось на договорных условиях в аналитической лаборатории ВСЕГЕИ. Флора среднего девона определена сотрудником Кузбасской государственной педагогической академии канд. геол.-минерал. наук В. А. Антоновой, флора верхнего палеозоя – сотрудником Томского государственного университета канд. геол.-минерал. наук Л. Г. Пороховниченко, фауна бейской свиты позднеживетского века – сотрудником СНИИГГиМСа Л. Г. Перегедовым.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Комплект Госгеолкарты-200 второго издания составлен по результатам ГДП-200 за 2006–2014 гг. с использованием всех материалов предыдущих исследований (рис. 2).

Начало истории геологического изучения района связано с именами А. К. Педашенко и Я. С. Эдельштейна, которые в начале XX века заложили основы современных представлений по стратиграфии, тектонике и геоморфологии Минусинских котловин.

В 1920–1930 гг. изучением Бейского угольного месторождения занимался В. И. Яворский (1921), И. К. Баженов (1924–1934) проводил геологическую съемку Западного Саяна и им была предложена первая стратиграфическая схема для этого региона, а Г. А. Ивановым (1936) – для угленосных отложений Бейской мульды. В 1930-е годы на территории листа в пределах Западного Саяна работали В. И. Бачалдин (1933), М. Е. Некипелов (1934), изучавшие Маинское медное месторождение. М. Н. Злобин (1934) и В. Д. Томашпольская (1938) проделали большую работу по сбору материалов о гипербазитах. Ю. А. Краснов и А. К. Гаев (1936) провели детальную разведку Кибик-Кордонского месторождения мраморов. Предпосылки для поисков нефти в Минусинской котловине были даны И. М. Губкиным и Н. С. Шатским.

В 1940–1950-х годах в Западном Саяне занимался геологическими исследованиями А. Г. Сивов. Он разработал детальную стратиграфическую схему, которая существенно отличалась от схем И. К. Баженова, изучил разновозрастные интрузии. В южной части листа в 1950-е годы проводили съемку О. М. Глазунов и А. Л. Буцкевич (1950), Ф. П. Дудковский и А. Г. Богданов (1955), В. А. Евстрахин и Н. В. Кожевников (1952). В. И. Смышляев (1958) изучил маинский интрузивный комплекс, С. А. Салун и А. П. Щеглов (1953) разработали стратиграфию кембрийских отложений. В эти годы Маинское месторождение меди детально изучалось Б. А. Фрайндом и Е. К. Мелиоранским (1951), Ф. П. Дудковским (1948). Ими выявлены многочисленные рудопроявления меди по всей южной части территории листа.

В 1950-х годах развернулись работы по изучению Минусинских впадин. Н. А. Беляков и В. С. Мелешенко (1948–1952) создали палеонтологически обоснованную стратиграфическую схему девонских отложений. А. В. Тыжнов и О. В. Тыжнова (1942) составили геологическую карту Южно-Минусинской котловины масштаба 1 : 500 000 и стратиграфическую схему доугленосных каменноугольных отложений. М. И. Грайзер (1957), И. С. Боровская и И. В. Кузнецов (1955) изучали доугленосные каменноугольные отложения. Г. П. Радченко на примере угольных месторождений Минусинских котловин в 1952–1955 гг. разработал новую детальную стратиграфическую схему угленосных отложений, сопоставив их с одновозрастными отложениями Кузбасса.

В 1953 г. И. А. Санжара и А. В. Санжара составили Геологическую карту масштаба 1 : 25 000 Бейского угольного месторождения. В 1952 г. для левобережья Енисея была составлена Геологическая карта масштаба 1 : 200 000 А.И. Малиновым и М.С. Гельфандом, а для правобережья Енисея – Геологическая карта масштаба 1 : 100 000 Н. И. Ивановой. В 1957–1958 гг. район предгорий Западного Саяна и юго-западная часть Минусинской впадины были покрыты геологической съемкой масштаба 1 : 200 000 Н. Н. Херасковым, Н. Д. Анисимовой. На их основе, с использованием материалов предыдущих исследований, в 1963 г. издана Государственная геологическая карта масштаба 1 : 200 000 первого издания [4]. В ней заложены основы стратиграфии, магматизма и систематизированы сведения по полезным ископаемым площади. В складчатой системе Западного Саяна выделены метаморфические сланцы протерозоя (джебашская серия – изербельская и амыльская свиты), вулканогенно-кремнисто-сланцевая и вулканогенная толщи нижнего кембрия (чингинская серия, нижнемонокская и верхнемонокская свиты нерасчлененные), песчано-сланцевые толщи среднего и верхнего кембрия, ордовика (шигнетская серия) и интрузивные разновозрастные породы. На территории южной части Южно-Мину-

синской впадины отражены вулканогенные и осадочные девонские, каменноугольные и пермские отложения.

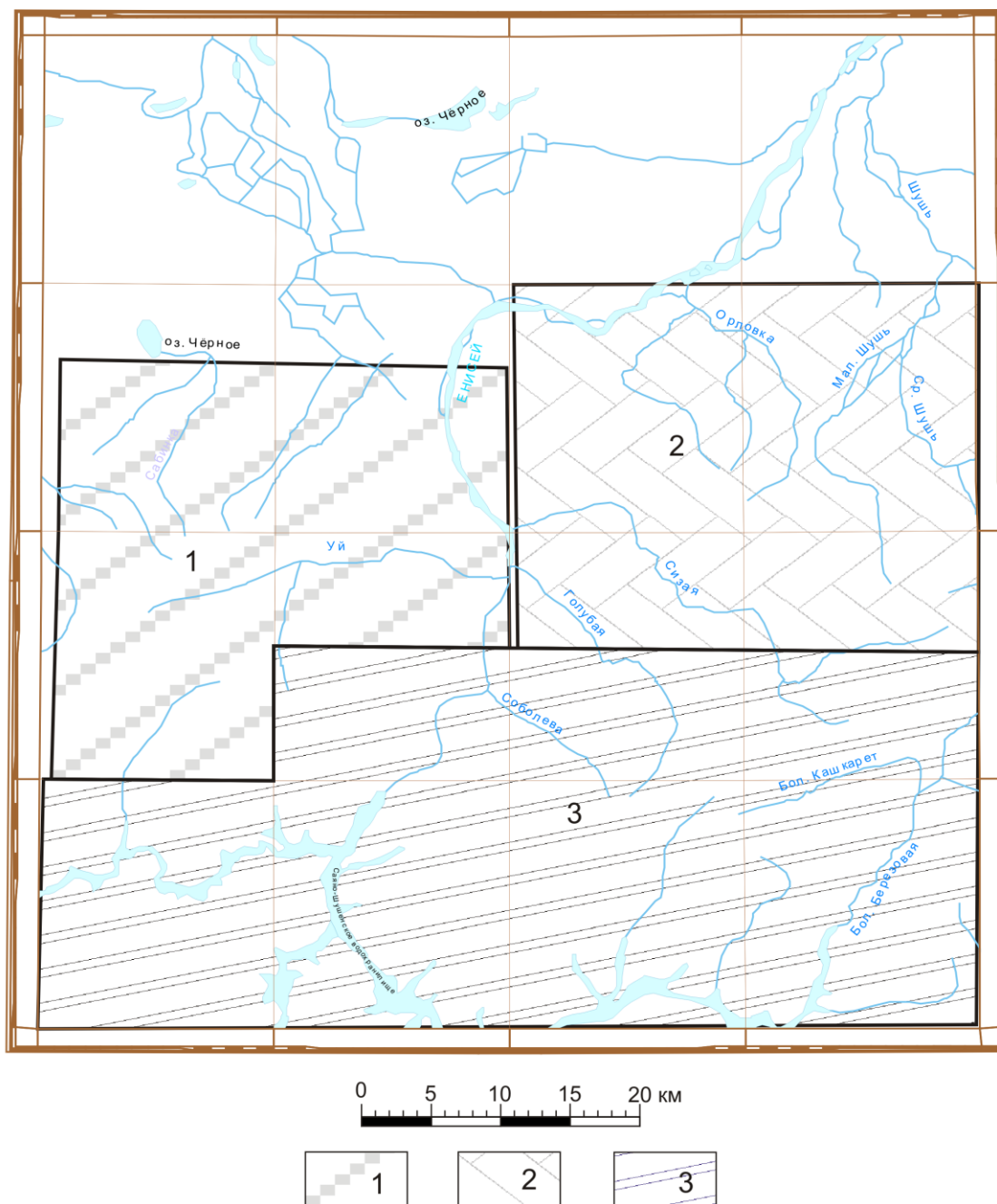


Рис. 2. Схема геологической изученности листа N-46-XXVI (геологическая съемка).

1 – Геологическая съемка масштаба 1 : 50 000: Б. М. Минаев и др., 1961 г.; 2 – Геологическая съемка масштаба 1 : 50 000: Б. М. Минаев и др., 1964 г.; 3 – Групповая геологическая съемка масштаба 1 : 50 000: В. Д. Зальцман и др., 1983 г.

Примечание. Вся площадь листа перекрыта геологосъемочными работами масштабов: 1 : 1 000 000 – Государственная геологическая карта Российской Федерации: В. В. Беззубцев и др., 2008 г.; 1 : 200 000 – Аэрофотогеологическое картирование: П. С. Антонов, А. Г. Бахматский и др., 1980 г., Государственная геологическая карта СССР: Н. Н. Херасков и др., 1963 г.; ГДП-200 и поиски: Т. А. Шаталина и др., 2013 г.

В начале 1960-х годов в центральной части листа Б. М. Минаевым проведена геологическая съемка масштаба 1 : 50 000 [57ф, 58ф], которая сопровождалась точечным и скоровым опробованием, бурением мелких скважин до 100 м, литохимическими поисками по вторичным оре-

олам и потокам рассеяния. Рудные поля и аномальные участки покрывались геохимическими поисками масштаба 1 : 25 000 и крупнее. В результате было детализировано геологическое строение площади, собран большой фактический материал по скважинам и горным выработкам, использованный для литологической характеристики подразделений карбона и девона, выделены вулканогенные образования раннего девона, карбонатно-терригенные отложения среднего и верхнего девона, фациальные разности для майнского плагиогранитного комплекса. Отложения, рассматриваемые в настоящее время в составе турунташской толщи, относились к шаманской [57ф] и сизинской [58ф] толщам нижнего кембрия. Верхнемонокская свита разделена на три подсвиты. Соотношения с нижнемонокской подсвитой приняты согласными. Нижняя граница верхнемонокской свиты устанавливалась по уменьшению в разрезе вулканогенных пород. В процессе проведения геологосъемочных работ в 1961–1963 гг. на исследованной территории были изучены как ранее известные, так и вновь обнаруженные проявления и месторождения бурого угля, железа, меди, никеля, золота, гранитов, мрамора и др.

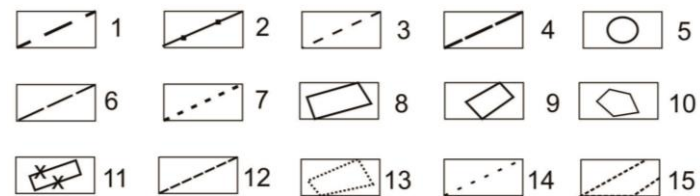
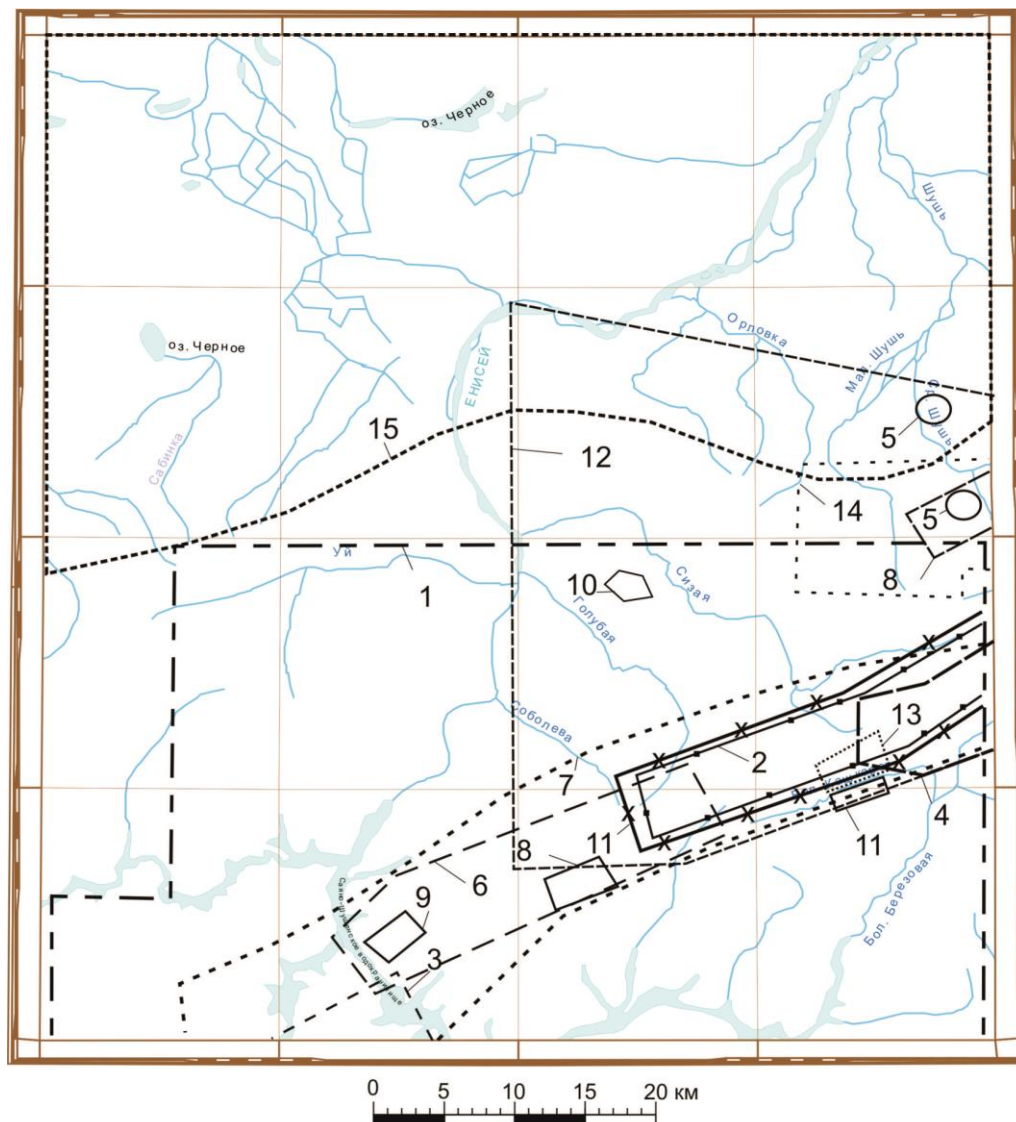
В 1976–1980 гг. площадь листа охвачена аэрофотогеологическим картированием масштаба 1 : 200 000 (П. С. Антонов и др., 1980). Результаты АФГК свелись к ревизии индексаций геологических объектов без существенного изменения их контуров. Отложения Джебашского антиклинария было предложено рассматривать в качестве метаморфизованных аналогов вулканогенно-терригенного разреза ордовика Центрально-Саянской зоны; пестроцветные отложения прибортовой части Центрально-Саянской зоны были отнесены к нижнеордовикской еринатской и среднеордовикской курукульской свитам; вулканогенно-сланцевые отложения офиолитовых поясов – к нестратифицированному меланж-олистоостромовому комплексу венд-раннекембрийского возраста. Гипербазиты борусского комплекса предложено датировать вендом-ранним кембрием, граниты джойского комплекса – поздним силуром. Проведенные работы с особой остротой вскрыли слабость существующих стратиграфических схем и неудовлетворительное состояние легенды для карт масштаба 1 : 50 000 Западно-Саянской серии.

В начале 1980-х годов на площади листа В. Д. Зальцманом проведена групповая геологическая съемка масштаба 1 : 50 000 на Буланташской площади [49ф], которая сопровождалась горными и геохимическими работами, изучением разрезов и палеонтологическими исследованиями. В результате было детализировано геологическое строение южной части площади, показана возможность разделения джебашской серии протерозоя на толщи, определены главные нарушения надвигового типа. В строении кашкаретской серии (турунташской толщи) В. Д. Зальцман выделяет две толщи: первую – существенно вулканогенную и вторую – пестрого состава, в которую входят известняки окремненные, доломитизированные и графитизированные. Возраст абдырской толщи условно принят вендским на основании данных, полученных В. Д. Зальцманом о наиболее вероятном ее положении ниже турунташской толщи венд-раннекембрийского возраста. Дана перспективная оценка Буланташской зоны борусского офиолитового комплекса на асбест, камнесамоцветное сырье (жадеит, нефрит), медь, полиметаллы, редкоземельные элементы, декоративно-облицовочные материалы (граниты).

В конце 1970-х и в 1980-х годах проведен большой объем поисковых работ на цветные камни (жадеит, нефрит, демантоид) и хризотил-асбест в пределах Борусского офиолитового пояса, общие поиски золота в пределах Малошущенского рудного узла (рис. 3). В период 1990–2008 гг. проведены поисковые и оценочные работы на облицовочное сырье в пределах Кибик-Кордонского месторождения мраморов и серпентинитов в пределах Борусского офиолитового пояса. В 2008 г. С. Ф. Водясовым проводились поисково-оценочные работы золота в пределах Малошущенского рудного узла. Ресурсный потенциал на золото, асбест, жадеит, нефрит наиболее полно охарактеризован в работах В. В. Митрофанова, А. Г. Ренева, С. В. Баранова, И. Ю. Крутошинского, С. Ф. Водясова.

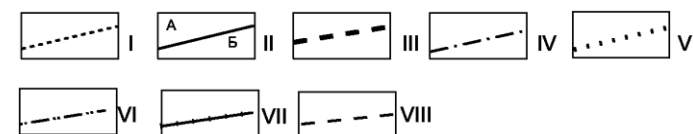
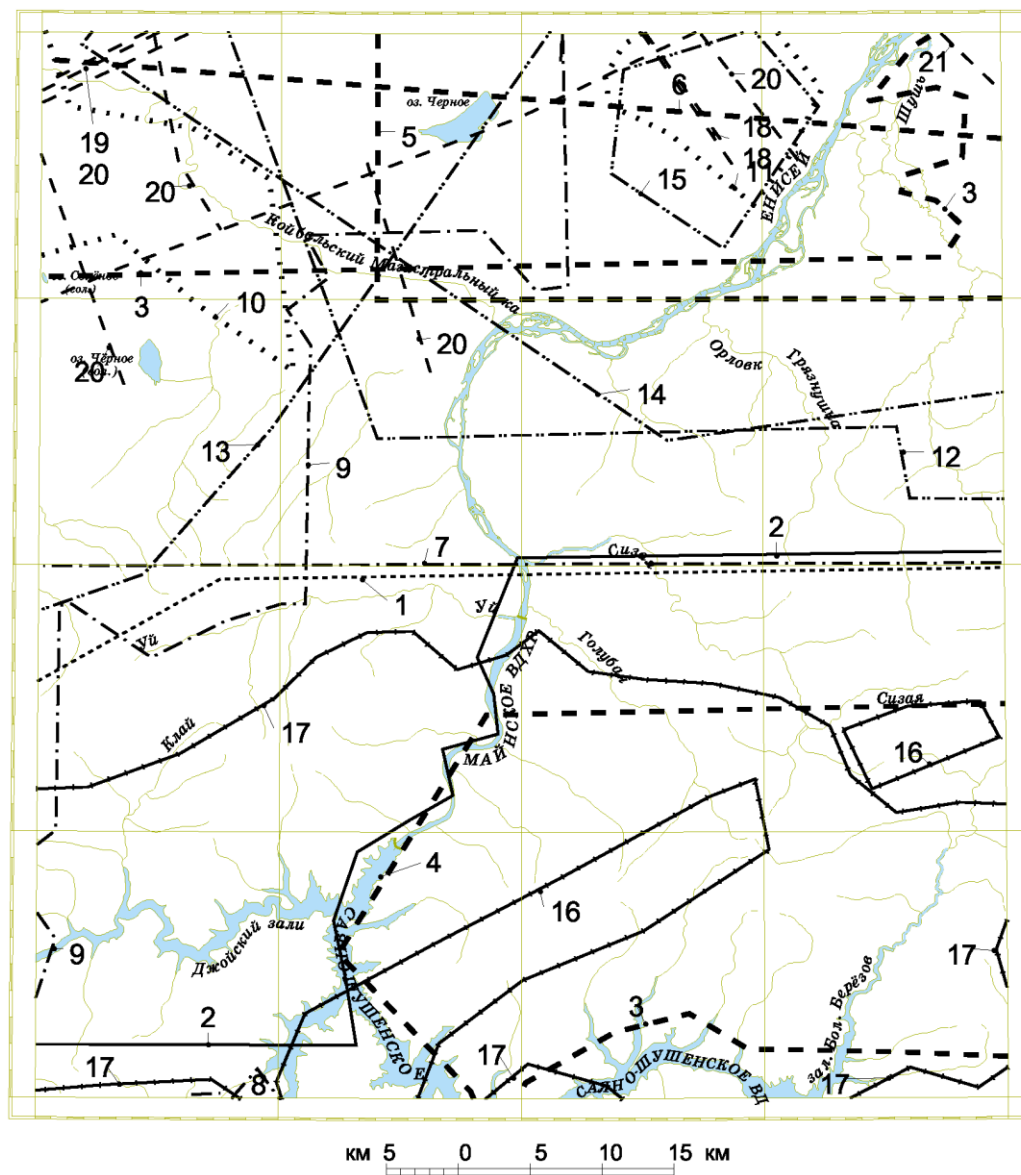
В 2000 г. была издана геологическая карта масштаба 1 : 1 000 000 листа N-46(47) (Абакан) (новая серия). На основе ее в 2005 г. подготовлен и в 2008 г. издан комплект Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение) листа N-46 (Абакан), в котором наиболее полно отражено геологическое строение района и приведены вполне достаточные сведения по полезным ископаемым. По этим данным, территория листа является перспективной на выявление месторождений молибдена, золота, флюорита, фосфоритов и урана.

В период 1985–2004 гг. проводились тематические работы по оценке нефтегазоносности, угленосности, хромитоносности, тектонического районирования, петрохимической и петрологической характеристики площади. Работы В. В. Дудкинського, Г. Д. Назимкова носят нефтепоисковый характер, в них использованы глубинные геофизические методы (ГМТЗ сейсмозондирования).



- Поисковые работы на цветные камни (жадеит, нефрит, демантоид и др.):*
- 1 – Ф. Н. Дудковский и др. Поисково и поисково-разведочные работы, 1948–1952 гг.;
 - 2 – А. Г. Ренев и др. Поисковые работы на жадеит масштаба 1 : 50 000–1 : 10 000, 1979–1981 гг.;
 - 3 – А. Г. Ренев и др. Поисковые и поисково-оценочные работы на Кантегирском проявлении нефрита масштабов 1 : 10 000–1 : 2 000, 1981–1982 гг.;
 - 4 – А. Г. Ренев и др. Поисково-оценочные и детальные работы на нефрит на участке Стан-Таскыл, 1984–1986 гг.;
 - 5 – Н. П. Храмов. Поисковые работы на Среднешушенском проявлении яшмы масштаба 1 : 5 000, 1984–1987 гг.;
 - 6 – С. В. Баранов. Поисковые работы на цветные камни (жадеит, нефрит, демантоид) на Центрально-Борусском участке масштаба 1 : 10 000–1 : 5 000, 1988–1991 гг.
- Поисковые работы на хризотил-асбест:*
- 7 – В. Д. Зальцман и др. Общие поиски в пределах Борусского массива масштаба 1 : 50 000, 1979–1982 гг.;
 - 8 – В. В. Митрофанов. Детальные поиски в пределах Борусской площади, 1980–1981 гг.
 - 9 – В. В. Митрофанов. Поисково-оценочные работы в центральной части Буланташской асбестовой зоны масштаба 1 : 10 000–1 : 2 000, 1984–1987 гг.
- Поисковые работы на облицовочное сырье:*
- 10 – А. В. Лисянский. Участок Беломраморный, масштаб 1 : 2 000, 1991 г.;
 - 11 – В. В. Иванов. Поисковые и оценочные работы в южных районах Красноярского края масштаба 1 : 5 000, 2001–2005 гг.;
 - 13 – Ф. Н. Ходаковский. Оценка месторождения серпентинитов масштаба 1 : 2 000, 2006–2008 гг.
- Поисковые работы на золото:*
- 14 – И. Ю. Крутошинский. Общие поиски золота в пределах Малошушенской рудной зоны масштаба 1 : 25 000, 1983–1985 гг.
- Поисковые работы на углеводородное сырье:*
- 15 – В. В. Дудкинский. Оценка перспектив нефтегазоносности межгорных впадин юга Красноярского края, 1986–1988 гг.

Рис. 3. Схема геологической изученности листа N-46-XXVI (поисковые работы).



- I – Гравиметрические съемки масштаба 1 : 1 000 000: 1 – В. В. Самков, 1969;
- II – Аэромагнитные съемки масштаба 1 : 200 000: 2 – Г. А. Мурзина, 1956;
- III – Аэромагнитные съемки масштаба 1 : 50 000: 3 – А. В. Тарасевич, 1957; 4 – Ю. А. Далингер, 1958; 5 – Е. Г. Лапина, 1986; 6 – Л. И. Холяндра, 1970;
- IV – Аэромагнитные съемки масштаба 1 : 25 000: 7 – Г. М. Массов, 1958; 8 – Л. И. Холяндра, 1970; 9 – Л. И. Холяндра, 1978;
- V – Площадные сейсморазведочные съемки после 1963 г.: 10 – Л. И. Глушкова, 1985 (1 : 200 000); 11 – Л. И. Глушкова, 1985 (1 : 50 000);
- VI – Площадные электроразведочные съемки после 1963 г.: 12 – М. А. Михеева, 1982 (1 : 500 000); 13 – В. С. Палто, 1982 (1 : 500 000); 14 – М. А. Михеева, 1985 (1 : 200 000); 15 – М. А. Михеева, 1986 (1 : 200 000);
- VII – наземные магниторазведочные работы 1963 г.: 16 – В. Д. Зальцман, 1982 (1 : 10 000); 17 – В. Д. Зальцман, 1983 (1 : 25 000);
- VIII – Профильные геофизические работы: 18 – И. Н. Кадурин, 1981 (1 : 500 000); 19 – С. И. Чистякова, 1981 (1 : 200 000); 20 – Л. Н. Глушкова, 1984 (1 : 200 000); 21 – Н. М. Чернышов, 1985 (ГСЗ, 1 : 500 000).

Примечание. Вся площадь перекрыта гравиметрической съемкой масштаба 1 : 200 000 (Л. В. Кургунцев, 1978)

Рис. 4. Схема геофизической изученности листа N-46-XXVI.

С 2011 по 2013 год коллективом Восточно-Саянской партии ОАО «Красноярскгеолсъемка» выполнялись работы по объекту «ГДП-200 листа N-46-XXVI (Саяногорская площадь)». Составлен комплект геологических карт, приведена оценка перспектив территории на золото, медь и другие полезные ископаемые.

С 1957 по 1996 год на площади поставлены аэромагнитные съемки масштабов 1 : 200 000, 1 : 50 000 и 1 : 25 000. Материалы аэромагнитной съемки масштаба 1 : 200 000 выполнены аппаратурой АЭМ-49 со среднеквадратической точностью съемки, равной $\pm 22,3$ нТл (рис. 4).

Аэромагнитные съемки масштабов 1 : 25 000–1 : 50 000 [72ф] выполнены на основе более точной аппаратуры (АММ-13, АМП-7, СТК-21, Джеометрикс, ММС-214) с фотопривязкой и частично наземной проверкой природы аномалий. Среднеквадратическая точность съемок колеблется от $\pm 4,5$ до $\pm 12,0$ нТл. Различия способов отражения характера поля T_a , неувязка уровней магнитного поля создают определенные трудности при их использовании.

Спецобработкой материалов высокоточной съемки Л. Г. Лапиной выявлен ряд профильных аномалий типа «Залежь», пространственно совпадающих с известными нефтегазоносными площадями (Быстрианской, Западно-Тагарской), и локализующихся по бортам Тагарской зоны поднятий, где предполагается наличие УВ в прогнозируемых здесь, по данным МТЗ и ЗСБ, зонах выклинивания в девонском комплексе.

Вся площадь листа перекрыта гравиметрической съемкой масштаба 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000 с использованием аппаратуры ГР/К, «Уорден», ГНУ-КС, ГНУ-К2, «Дельта-2», ГД-К. Среднеквадратическая погрешность съемки масштаба 1 : 200 000 составляет $\pm 0,77$ мГал. Составлены карты по данным пересчета вверх на уровни 4,8 и 24 км, выделены разломы, блоки, магматические образования, локальные блоковые и складчатые структуры.

Все сейсморазведочные и электроразведочные работы на площади, расположенной в пределах Южно-Минусинской впадины, проведены в два этапа, разделенных большим временным перерывом: первый с 1951 по 1960 год, второй – с 1981 по 1986 год.

С 1981 г. данные работы возобновляются в виде профильных сейсморазведочных, а затем и площадных съемок. Профильные работы проводятся методом КМПВ, МОВЗ на совмещенных профилях, отстоящих друг от друга на 20–25 км, МОГТ в северной части площади в пределах Новомихайловской структуры. В результате работ доказана высокая эффективность сейсморазведки методом МОГТ для решения структурных задач до глубин 4–5 км, установлено наличие углового и стратиграфического несогласия на уровне раннеживетских образований, обусловивших формирование нефтегазоперспективных ловушек неантиклинального типа, изучена и уточнена морфология Новомихайловской антиклинали.

С 1982 г. региональные работы корреляционным методом преломленных волн, ввиду сложных орографических условий, значительной освоенности территорий, густой сети различного рода коммуникаций и др., препятствующих применению взрывной технологии, были прекращены.

С 1983 по 1985 год на площади выполняются площадные сейсморазведочные работы МОГТ-12–24-кратных на основе применения невзрывных источников, характеризующихся меньшей глубиной освещения разреза – 2,5–3,0 км. В районе Новомихайловской антиклинали по данным МОГТ была получена информация об отложениях ниже-среднедевонского и, преимущественно, карбонатного нижнепалеозойского осадочного чехла, выявляющая сложный характер соотношения структур этого комплекса. В частности достаточно уверенно определяется несогласное налегание девонских отложений на кембрийском комплексе, устанавливается наличие раннеживетского размыва в сводах крупных структур, установлено обособление бейской свиты с верхнедевонским комплексом в единый структурный ярус и выявляется значительная роль разрывной тектоники в формировании современного структурного плана впадин.

Начиная с 1980 г. Минусинской опытно-методической экспедицией НПО «Енисейгеофизика» в пределах Южно-Минусинской впадины в значительных объемах выполняются в производственном режиме электроразведочные работы МТЗ с аппаратурой ЦЭС-2, а затем и ЗСБ с аппаратурой ЦИКЛ-2. Электроразведочными работами МТЗ, выполняемыми на региональном этапе в площадном варианте, с плотностью на отдельных участках до I зонда на 25–40 км² охвачена фактически вся территория ЮМВ [57]. Установлена значительная дифференциация осадочного чехла, в разрезе которого выделяется ряд опорных высокоомных геоэлектрических горизонтов, которые уверенно коррелируются с отложениями нижнего карбона, бейской свиты среднего девона и фундамента и по этим реперам были построены структурные схемы в мас-

штабах 1 : 500 000–1 : 200 000. При этом была установлена подчиненность структурного плана осадочного чехла к рельефу поверхности фундамента. Доказано, что высокая проводимость осадочного чехла повсеместно связана с верхнедевонскими отложениями. Выявлен в низах осадочного чехла комплекс отложений высокой проводимости, предположительно кембрийского возраста.

Работами МТЗ 1985 г. подтверждена высокая перспективность тектонически ослабленных зон. По данным М. А. Михеевой (1985, 1986), эти зоны характеризуются аномально высокой (250–300 См), в целом несвойственной осадочному чехлу, проводимостью. Одна из таких зон выявлена МТЗ вдоль северного борта Новомихайловского поднятия, где разведочным бурением установлены многочисленные газопроявления, подтверждающие их перспективность. В результате работ построены структурные схемы по подошве бейской свиты среднего девона, схема суммарной продольной проводимости верхней части осадочного чехла, до подошвы бейской свиты.

Постановкой работ ЗСБ, в комплексе с МТЗ и МОГТ в различных участках ЮМВ впадины достаточно определенно начали выявляться зоны изменения физических параметров разреза, которые М. А. Михеевой (1986) предположительно связываются с экранированными зонами выклинивания в среднедевонской продуктивной части разреза.

Как свидетельствуют данные нефтегазоразведочных работ, основные продуктивные или потенциально продуктивные уровни чехла отвечают в основном предбейским отложениям в зонах трещиноватости и самой бейской свите.

В процессе ГДП-200 [73ф] для создания геофизической основы использованы материалы аэромагнитных съемок масштаба 1 : 25 000: – Г. М. Массов, 1959, Л. И. Холяндра, 1979; масштаба 1 : 50 000 – Ю. А. Далингер, 1960, Л. И. Холяндра, 1996 и материалы гравиразведочных работ масштаба 1 : 200 000 – В. П. Ключко, 1988. По результатам этих работ составлена схема комплексной интерпретации геофизических материалов территории, которая использована в составлении комплекта карт на лист N-46-XXVI.

На территории листа N-46-XXVI геохимические исследования выполнялись в процессе геологических съемок масштабов 1 : 200 000 и 1 : 50 000 до и после 1971 г.

В процессе геологической съемки масштаба 1 : 200 000 [4] (рис. 5) геохимические пробы отбирались по геологическим маршрутам из копушей с шагом 0,5–1 км. При геологической съемке масштаба 1 : 50 000 [57ф, 58ф] в их состав включались литохимические поиски по вторичным ореолам по сети 500 × 100 и спектральный анализ штуфных и бороздовых проб, несущих сульфидное оруденение. Геохимическими поисками масштаба 1 : 25 000 и крупнее покрывались рудные поля и аномальные участки в пределах площадей поисков масштаба 1 : 50 000. Так как аналитические работы произведены до 1971 г. и имеют низкий порог обнаружения химических элементов, эта территория (3300 км²) изучена неудовлетворительно.

Геохимические исследования на листах N-46-111-Б, В, Г, 112-А, Б, В, Г (1720 км²) в масштабе 1 : 50 000 проводились при ГГС-50 с общими поисками [49ф]. В комплект выполненных работ входили: геохимические поиски по вторичным ореолам по сети 500 × 50 м, на четырех детальных участках 100 × 20 м; поиски по потокам рассеяния с шагом 100 м; опытно-методические работы; ландшафтное районирование территории; гидрогеохимическое опробование с плотностью 131 проба на один 50-тысячный лист.

Все пробы по вторичным ореолам и потокам рассеяния анализировались в лаборатории Минусинской ГРЭ на 16 элементов: Pb (0,1), Cu (0,1), Zn (3,0), Co (0,1), Cr (0,1), Ni (0,1), Ti (3), Mn (1), Mo (0,1), Sn (0,2), Ba (10), Be (0,3), Zr (3), Ag (0,01), As (6), Y (2). Пробы на элементы V (0,1), P (40), Ga (0,2), Bi (0,3), Ge (0,1), Li (0,8), B (0,5), Yb (0,2), Sr (10), W (0,6), Nb (0,8) проанализированы частично. В скобках приведен нижний порог обнаружения элементов в $n \times 10^{-3} \%$. На перспективных участках в пробах анализировалось золото с чувствительностью 3 мг/т.

Из гидрогеохимических проб по методу ТПИ получали концентраты сухих остатков, которые анализировались на те же элементы.

Эти площади удовлетворительно изучены, обеспечены аналитическими данными и картами фактического материала. Построены моноэлементные карты, выделены перспективные участки.

Первичные геохимические данные хранятся в виде бланков спектральных анализов литохимических проб в Минусинской ГРЭ. Они были использованы при построении геохимической основы.

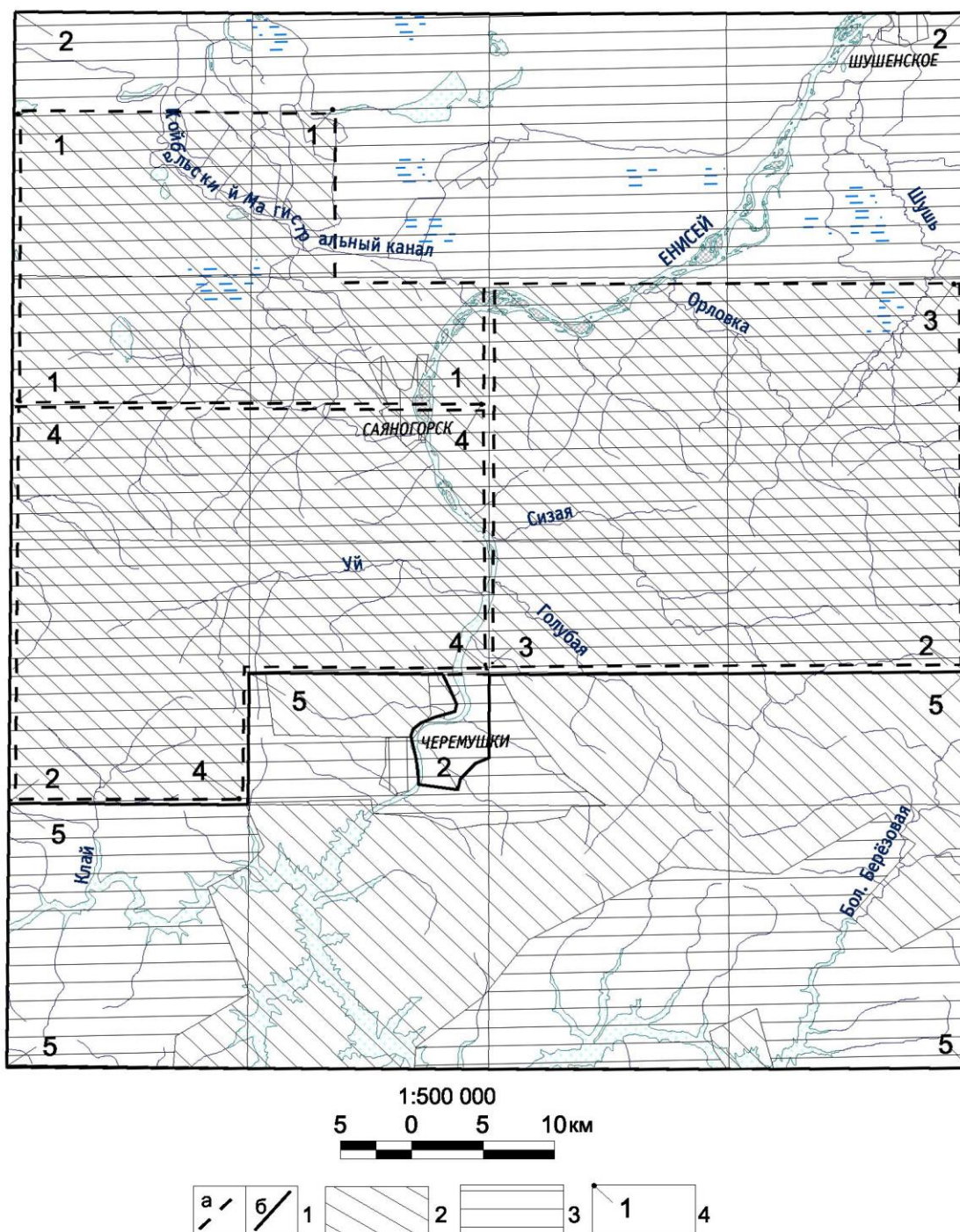


Рис. 5. Схема геохимической изученности листа N-46-XXVI.

1 – работы, выполненные: а) до 1971 г., б) после 1971 г.; 2–3 – виды опробования: 2 – по вторичным ореолам, 3 – по потокам рассеяния; 4 – граница площадей, их номера и масштаб работ: масштаб 1 : 20 000 – 1. Н. Н. Херасков, 1959 г.; 2. Т. А. Шаталина, 2013 г.; масштаб 1 : 50 000 – 3. Б. М. Минаев, 1961 г.; 4. Б. М. Минаев, 1964 г.; 5. В. Д. Зальцман, 1983 г.

В процессе ГДП-200 в 2011 г. проведено опробование по потокам рассеяния в северной части листа N-46-XXVI: в пределах Минусинской котловины с плотностью 0,17 проб на 1 км² (на 1965 км² отобрано 335 проб), в горной южной и центральной частях с плотностью 0,6 проб на 1 км² (на 1320 км² 820 проб) [73ф]. Пробы отбирались из аллювия водотоков 1–3-го порядков по сети, приближенной к равномерной.

Пробы анализировались в лаборатории ОАО «Красноярскгеолсъемка» на приборе ДФС-8 на 40 элементов.

Итоговой картой при создании геохимической основы листа N-46-XXVI является карта рудогенных аномалий, на которой показаны контуры и геохимический тип АГХП-РП, РУ, состав и интенсивность АГХП-РП, отображена прогнозная оценка, перспективы АГХП-РП и оценка достоверности прогноза.

Карта сопровождается таблицей-кадастром с ландшафтной и геолого-геохимической характеристикой АГХП-РП. Определяется элементный состав АГХП в виде ранжированного ряда элементов, интенсивность и степень перспективности РП, прогнозируемые в связи с АГХП-РП полезные компоненты с градацией их по величине прогнозных ресурсов.

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении территории листа N-46-XXVI принимают участие протерозойские, палеозойские и кайнозойские отложения. Стратиграфическое расчленение их произведено в соответствии с Легендой Западно-Саянской серии листов Госгеолкарты-200 [60ф] и рядом изменений и дополнений по результатам ГДП-200 [73ф].

ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ АКРОТЕМА ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭОНОТЕМА

Верхнепротерозойские образования на территории листа относятся к верхнерифейской эоноте и вендской системе. Условно позднерифейский возраст принят для абдырской толщи Борусского офиолитового пояса. Вендские подразделения выделены в Джебашско-Амыльской структурно-формационной подзоне (СФПЗ), входящей в Центрально-Саянскую структурно-формационную зону (СФЗ), а также в Северо-Саянском (Изыхском) и Борусском офиолитовых поясах. В Джебашско-Амыльской СФПЗ отложения этого уровня рассматриваются в составе джебашской серии (изербельская и, частично, амыльская свиты), в офиолитовых поясах – в нижней части турунташской толщи (нижне-среднетурунташской подтолщи).

РИФЕЙСКАЯ ЭОНОТЕМА

ВЕРХНЕРИФЕЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Борусский офиолитовый пояс

Рифейские отложения Борусского офиолитового пояса, представленные абдырской толщей, ранее включались во вторую и третью пачки борусской серии [49ф], а также в чингинскую свиту [5].

Абдырская толща (RF₃?ab) выделена В. Д. Зальцманом и др. в 1994 г. [49ф]. Стратотип находится на площади хр. Борус в бассейне р. Абдыр. Подразделение является невалидным.

Абдырская толща сложена серыми и темно-серыми, часто полосчатыми, мелкокристаллическими кварцсодержащими (биотит-кварцевыми, биотит-мусковит-кварцевыми, гранат-биотит-кварцевыми и др.) сланцами и плагиоклаз-хлорит-амфиболовыми, эпидот-плагиоклаз-амфиболовыми, кварц-плагиоклаз-амфиболовыми (с примесью кальцита, биотита и граната) сланцами апобазальтовыми, присутствующими в равных соотношениях. Также встречаются мало-мощные прослои сланцев с небольшим содержанием кварца, в состав которых входят преимущественно плагиоклаз, амфибол, кварц, биотит, кальцит, эпидот, мусковит и гранат. Светло-серые мелко- и среднекристаллические мраморы известны в виде мелких линз.

Породы абдырской толщи метаморфизованы и смяты в сложные сжатые складки с крутыми, участками запрокинутыми залеганиями слоев на крыльях, что вызывает трудности в определении последовательности напластования слагающих их пород в разрезах и их мощности, а также установлении их возрастных соотношений со смежными образованиями.

Абдырская толща встречается в полях распространения вулканогенно-сланцевых образований турунташской толщи и гипербазитов актовракского комплекса, с которыми имеет тектонические контакты. Мощность – более 1100 м.

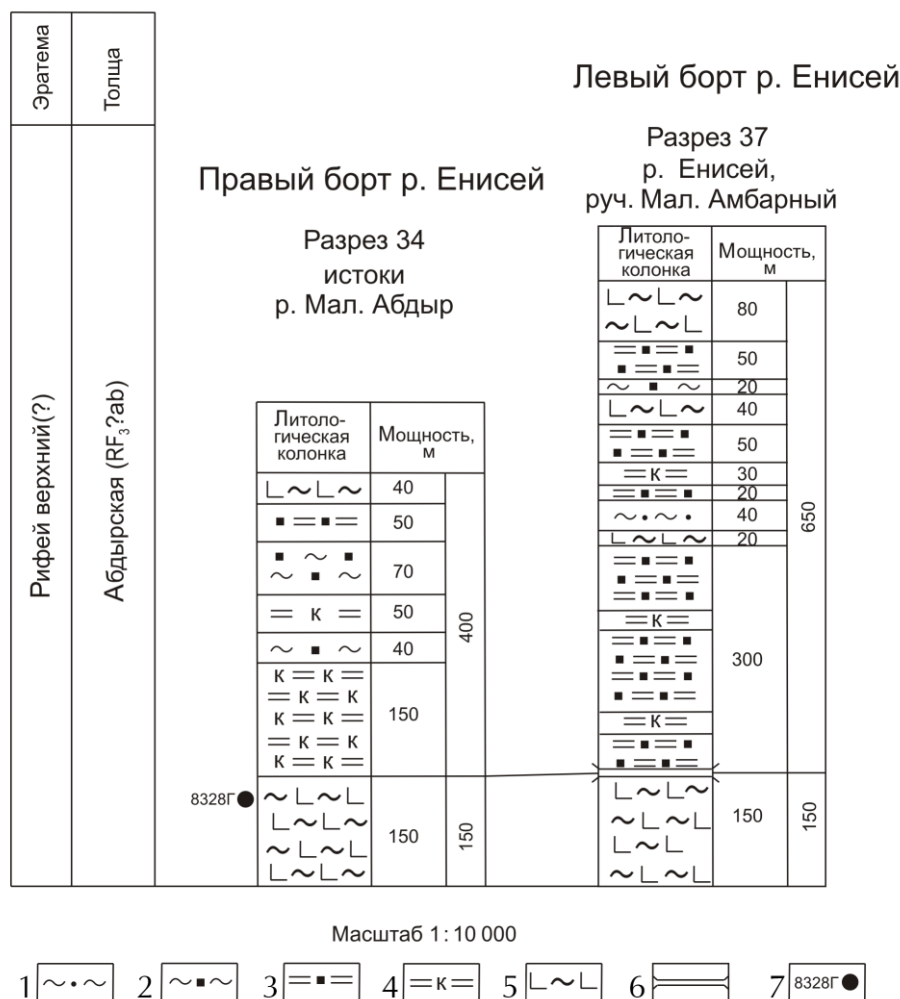


Рис. 6. Схема корреляции разрезов абдырской толщи позднего рифея (с использованием материалов В. Д. Зальцмана, 1983ф, разрезы XXIV, XXII, XV).

1 – сланцы кварц-альбит-хлоритовые, карбонат-альбит-хлоритовые, хлорит-кварц-карбонатные, биотит-хлорит-альбитовые; 2 – кварциты, сланцы хлорит-кварцевые; 3 – сланцы углеродисто-кварцевые, углеродисто-хлорит-кварцевые; 4 – сланцы углеродисто-карбонатные, карбонат-хлорит-углеродистые; 5 – сланцы (плаггиоклаз-амфибол-хлоритовые, эпидот-амфибол-хлоритовые и др.) апобазальтовые; 6 – тектоническая граница; 7 – точка отбора пробы на химический анализ и ее номер (прил. 12.)

По литологическому составу В. Д. Зальцман [49ф] расчленил толщу на две части (рис. 6): нижнюю – существенно вулканогенную (2-я пачка борусской серии), и верхнюю – вулканогенно-карбонатно-терригенно-углеродисто-кремнистую (3-я пачка борусской серии).

Отложения нижней части толщи прослеживаются от истоков руч. Катунка на юго-западе территории листа до истоков р. Абдыр на северо-востоке на расстоянии 30 км при ширине выхода до 0,8–1,2 км. Породы представлены сланцами (до 90 %) плаггиоклаз-хлорит-амфиболового, хлорит-цоизит-эпидотового, биотит-пироксен-амфиболового составов. В верхней части обособляются горизонты мощностью до 50 м углеродсодержащих сланцев (10 %) и линзы массивных кварцсодержащих сланцев (2 %) мощностью до 40 м. Мощность – 150–350 м.

Верхняя часть абдырской толщи развита вдоль северо-западного и юго-восточного склонов хр. Борус. Наиболее полные ее разрезы находятся в левобережье р. Кантегир, бассейне р. Таловка и в истоках р. Мал. Абдыр. Они сложены углеродсодержащими (карбонат-хлорит-углеродистыми, углеродисто-карбонатными и т. п.) сланцами (15–20 %), кварцитами и хлорит-кварцевыми сланцами (35–40 %), сланцами кварц-альбит-хлоритового, карбонат-альбит-хлоритового, биотит-хлорит-альбитового составов (15–20 %), существенно карбонатными сланцами (5 %), мраморами (1–2 %), сланцами апобазальтовыми (5 %). Породы находятся

в частом чередовании в виде невыдержанных по простирацию линз и прослоев мощностью от нескольких сантиметров до первых метров. Мощность – 650 м.

Характерные особенности верхней части абдырской толщи: пестрый состав пород, широкое развитие углеродсодержащих сланцев существенно кварцевого и карбонатного составов, присутствие прослоев и линз мраморов и пьомонтитсодержащих сланцев, подчиненное развитие сланцев, образовавшихся за счет метаморфизма вулканитов. К числу редко встречающихся пород относятся углеродисто-кварцевые сланцы с послойной минерализацией (марказит, пирротин) и ярко-вишневые пьомонтитсодержащие сланцы. Последние обнаружены в междуречье Голубая–Абдыр.

Наиболее устойчивы по простирацию мощные (до 20–80 м) горизонты кварцитов, хлорит-кварцевых сланцев и сланцев апобазальтовых, наименее – единичные линзы мраморов (до 10 м).

Разрез 32 абдырской толщи на водоразделе Голубая–Абдыр, в котором представлены ее нижняя и верхняя части ([49ф], разрез XXIV) (снизу вверх)* (рис. 6):

1. Сланцы плагиоклаз-амфибол-хлоритовые, плагиоклаз-хлорит-цоизитовые, биотит-пироксен-амфиболовые, хлорит-амфибол-плагиоклазовые апобазальтовые зеленые полосчатые и массивные	200
2. Сланцы альбит-слюдисто-кварцевые, карбонат-хлорит-углеродистые темно-серые плейчатые	50

Мощность – 250 м.

Нормальные контакты пород верхней части толщи с метавулканитами нижней части установлены в истоках р. Мал. Абдыр (разрез 34) ([49ф], разрез XXII). Здесь на зелено-серых сланцах апобазальтовых согласно залегают (снизу вверх) (рис. 6):

1. Сланцы углеродисто-карбонатные, карбонат-хлорит-углеродистые темно-серые полосчатые	150
2. Кварциты, сланцы хлорит-кварцевые серые полосчатые	40
3. Сланцы углеродисто-карбонатные, карбонат-хлорит-углеродистые темно-серые линзовидно-полосчатые	50
4. Кварциты, сланцы хлорит-кварцевые серые полосчатые тонкоплитчатые	70
5. Сланцы углеродисто-кварцевые, углеродисто-хлорит-кварцевые темно-серые полосчатые	50
6. Сланцы плагиоклаз-амфибол-хлоритовые апобазальтовые с точечной вкрапленностью магнетита полосчатые	40

Мощность по разрезу – 550 м.

Наиболее полный разрез верхней части толщи составлен в верховьях руч. Мал. Амбарный, левого притока р. Кантегир (разрез 37) ([49ф] разрез XV) (снизу вверх) (рис. 6):

1. Сланцы углеродисто-кварцевые, углеродисто-хлорит-кварцевые темно-серые	100
2. Сланцы углеродисто-карбонатные, хлорит-кварц-карбонатные углеродистые	10
3. Сланцы углеродисто-кварцевые, углеродисто-хлорит-кварцевые	90
4. Сланцы углеродисто-карбонатные, хлорит-кварц-карбонатные углеродистые	10
5. Сланцы углеродисто-кварцевые, углеродисто-хлорит-кварцевые	90
6. Сланцы эпидот-актинолит-хлоритовые апобазальтовые	20
7. Сланцы кварц-карбонат-хлоритовые	40
8. Сланцы углеродисто-кварцевые, углеродисто-хлорит-кварцевые	20
9. Сланцы углеродисто-карбонатные, углеродисто-кварц-карбонатные с маломощным (до 10 м) прослоем мраморов	30
10. Тонкое (0,5–15 м) переслаивание сланцев биотит-кварцевых, кварцевых и углеродисто-кварцевых, углеродисто-хлорит-кварцевых	50
11. Сланцы хлорит-эпидот-амфиболовые апобазальтовые	40
12. Сланцы кварц-карбонат-хлоритовые	10
13. Сланцы хлорит-кварцевые, кварцевые	10
14. Сланцы углеродисто-альбит-кварцевые, углеродисто-кварцевые	50
15. Сланцы плагиоклаз-амфибол-цоизитовые апобазальтовые	60
16. Сланцы плагиоклаз-хлорит-кварцевые	10
17. Сланцы плагиоклаз-амфибол-цоизитовые апобазальтовые	10

Мощность разреза – 650 м.

* Здесь и далее мощность приведена в метрах.

Сланцы апобазальтовые абдырской толщи имеют массивную, чаще сланцеватую, сланцевато-полосчатую, плейчатую текстуру. По структурным особенностям и минеральному составу выделяются две разновидности этих пород. Для первой присущи тонкозернистое строение, гранонематобластовая, катакластическая структуры. Порода состоит из плагиоклаза (2–35 %), актинолита (25–30 %), глаукофана? (1–30 %), роговой обманки (5–10 %), эпидота (5–20 %), цоизита (до 30 %), хлорита (2–15 %), биотита (1–20 %), мусковита (1–3 %), кальцита (1–5 %), кварца (1–4 %). Акцессорные минералы представлены титанитом, лейкоксеном, апатитом. Из рудных встречается гематит (до 7 %). Редко отмечаются магнетит и пирит. Вторая разновидность отличается мелкозернистым строением и нематогранобластовой, гетерогранобластовой с элементами порфиробластовой структурой. В породах преобладает роговая обманка (45–50 %), встречаются реликты моноклинного пироксена, актинолит (4–15 %).

Метатерригенные сланцы толщи – серые, зелено-серые, темно-серые породы со сланцевато-полосчатой, часто плейчатой текстурой. Состав (%): альбит (3–35), кварц (20–25), хлорит (10–40), мусковит (10–15), биотит (1–10), кальцит (1–15), эпидот (1–5), цоизит (до 2). Акцессорные минералы представлены титанитом, лейкоксеном, апатитом, рутилом и турмалином, рудные – пиритом, ильменитом, магнетитом.

Кварциты и хлорит-кварцевые сланцы характеризуются темно-серыми, почти черными, реже серыми, светло-серыми тонами окраски. Текстура параллельно-полосчатая, сланцеватая, плейчатая. Структура гранобластовая с элементами лепидогранобластовой. Породы сложены кварцем (45–95 %), углеродистым материалом (2–15 %), альбитом (до 10 %), хлоритом (до 25 %), мусковитом (2–3 %), биотитом (до 5 %), эпидотом (до 2 %), пьомонитом (ед. зерна). Акцессорные минералы – лейкоксен, циркон, апатит, турмалин и гранат, рудные – магнетит, гематит, пирит.

Углеродсодержащие сланцы отличаются присутствием углеродистого вещества (до 30 %) и темными тонами окраски. Выделяются серицит-хлорит-кварцевые углеродистые, углеродисто-кварцевые, углеродисто-карбонатные, карбонат-хлорит-углеродистые и другие разновидности.

Карбонатные сланцы имеют серую, светло-серую, иногда зеленовато-серую или темно-серую окраску, гранолепидобластовую и гранобластовую структуру, сланцевато-полосчатую текстуру. Состав сланцев (%): кальцит (45–50), кварц (10–20), плагиоклаз (5–10), хлорит (10–15), биотит (1–5), мусковит (1–2), акцессорные и рудные.

Мраморы – темно-серые, серые, светло-серые породы с мелко-тонкозернистой гранобластовой структурой и массивной либо полосчатой текстурой. Состав (%): кальцит (90–95) с примесью кварца (1–3), иногда углеродистого материала (1–2).

Физические свойства пород абдырской толщи характеризуются средними значениями плотности 2,7 г/см³, сланцы апобазальтовые имеют повышенную плотность 2,8–3,0 г/см³. Парасланцы относятся к группе практически немагнитных пород: магнитная восприимчивость их колеблется от 0 до 90×10^{-5} ед. СИ. Радиоактивность пород метатерригенной группы, а также углерод- и карбонатсодержащих разновидностей составляет 10–13 мкР/ч, кварцитов и хлорит-кварцевых сланцев – 5–8 мкР/ч, ортосланцев обычно не превышает 5–6 мкР/ч.

На карте магнитных аномалий (ΔT)_a площадь распространения метаморфитов толщ своего отражения не находит, располагаясь в аномальных зонах, обусловленных гипербазитами борусского комплекса.

Содержания основных элементов сланцев абдырской толщи близки к породным кларкам. При этом отмечается, что содержание бария в 13 раз, лития в 11 раз, ниобия в 9 раз, галлия и олова в 6 раз, циркония, свинца, кобальта, бора и ванадия в 3 раза, а никеля и иттрия в 2 раза ниже кларка (прил. 13).

Химический состав базальтоидов толщи соответствует низкощелочным базальтам (рис. 7). Базальты характеризуются пониженными значениями общей щелочности (сумма щелочей 2,57–3,46 %), глиноземистости ($Al_2O_3 = 12,7–14,58$ %), пониженным содержанием фосфора ($P_2O_5 = 0,09–0,22$ %), повышенными содержаниями титана (1,94–2,8 % TiO_2) и магния ($MgO = 4,62–7,43$ %) (прил. 12). Породы относятся к базальтам толеитовой серии (MORB) (рис. 8). Эти данные указывают на формирование базальтов в зоне спрединга морского дна, в срединно-океанических хребтах.

Абдырская толща вместе с породами борусского габбро-гипербазитового комплекса создает единую офиолитовую ассоциацию (рис. 9, 10).

На аэрофотоснимках наиболее четко дешифрируются крупные тектонические нарушения, отчленяющие выходы пород толщи от гипербазитов Борусского массива и метаморфитов джебашской серии.

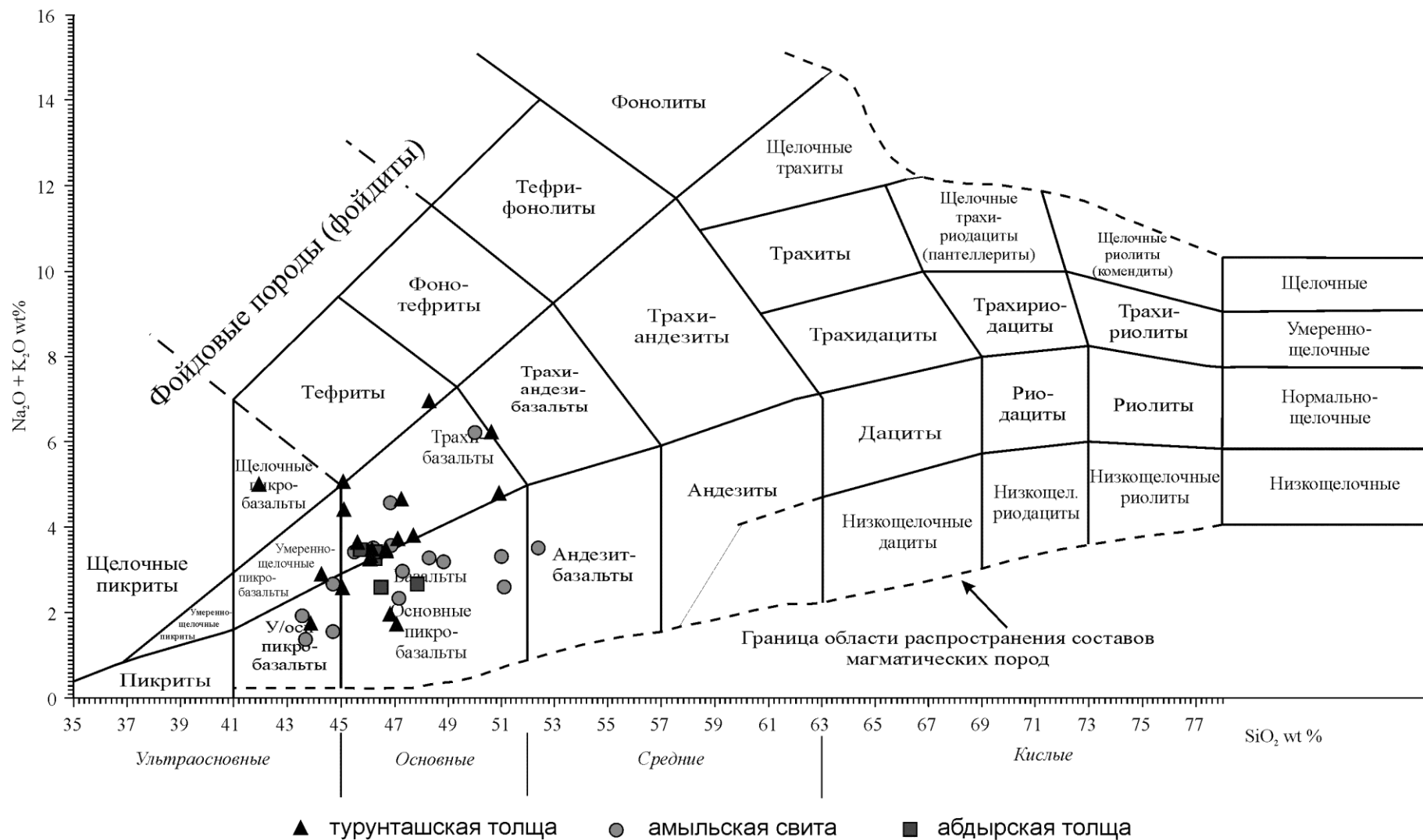


Рис. 7. Диаграмма TAS для базальтоидов абдырской толщи позднего рифея, турунташской толщи и амыльской свиты венда–раннего кембрия.

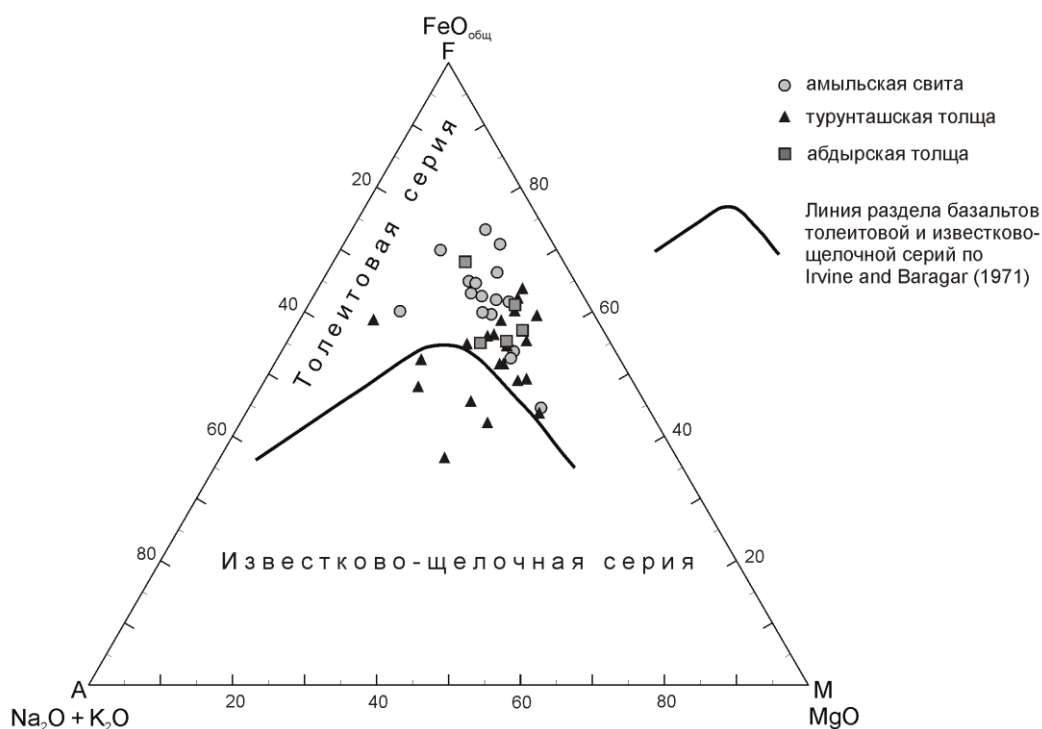


Рис. 8. Диаграмма AFM для базальтоидов абдырской толщи позднего рифея, турунташской толщи и амьльской свиты венда–раннего кембрия.

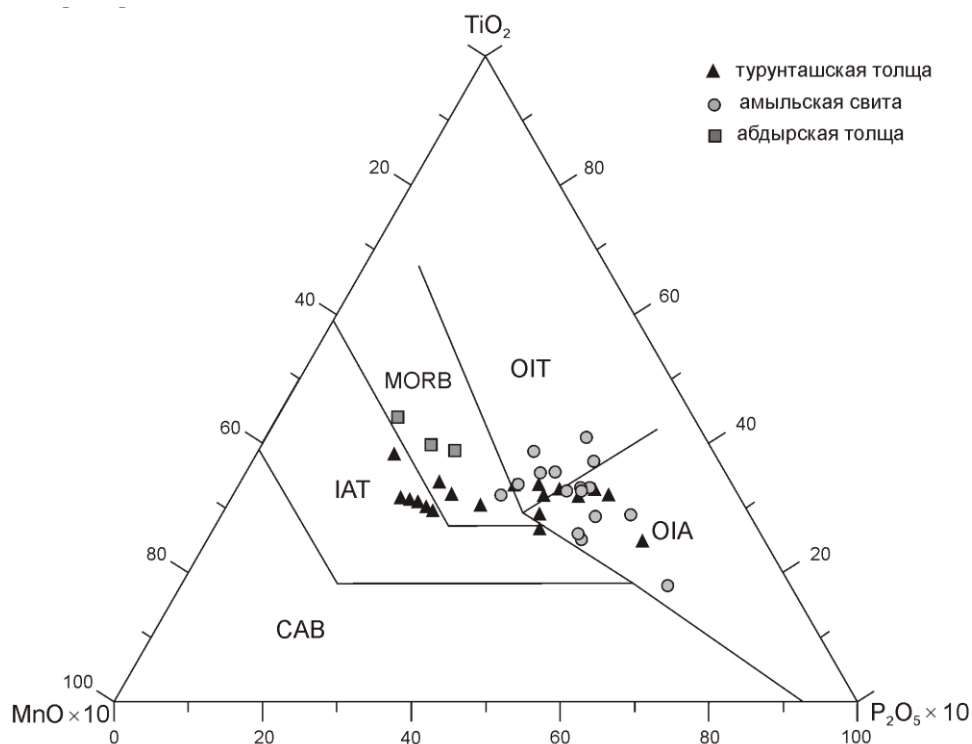


Рис. 9. Дискриминационная диаграмма $\text{MnO-TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ (Mullen, 1983) для базальтоидов абдырской толщи позднего рифея, турунташской толщи и амьльской свиты венда–раннего кембрия.

CAB – известково-щелочные базальты; IAT – толейты островных вулканических дуг; MORB – базальты срединно-океанических хребтов; OIT – толейты океанических островов; OIA – щелочные базальты океанических островов.

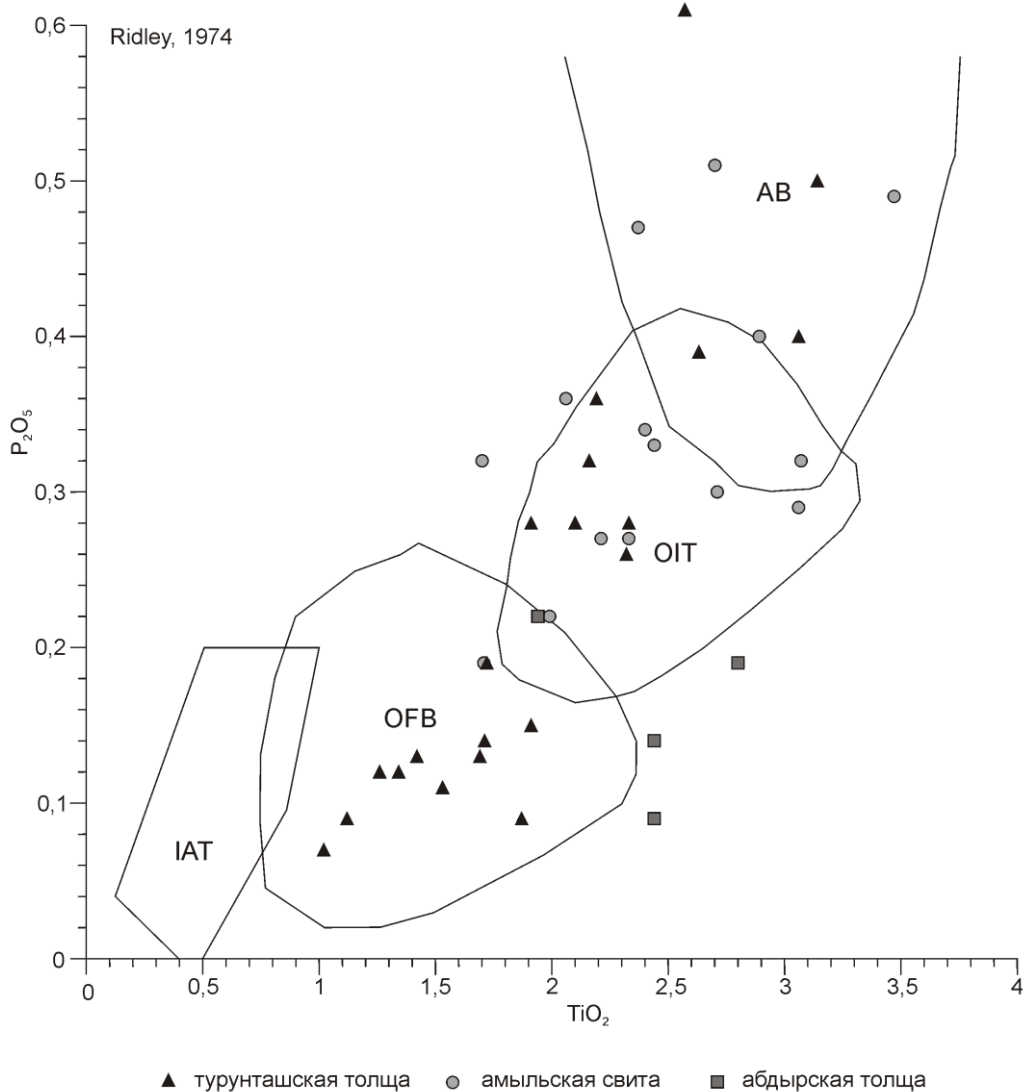


Рис. 10. Диаграмма $TiO_2-P_2O_5$ (Ridley, 1974) для базальтоидов абдырской толщи позднего рифея, турунташской толщи и амьльской свиты венда-раннего кембрия.

IAT – толеитовые базальты островных вулканических дуг; OFB – базальты океанического дна; OIT – толеитовые базальты океанических островов; AB – щелочные базальты.

Возраст абдырской толщи принят рифейским условно на основании данных, полученных В. Д. Зальцманом [49ф] о наиболее вероятном ее положении ниже турунташской толщи венда-нижнего кембрия, а также в соответствии с выводом авторов записки о комагматичности ее базальтов габбро борусского габбро-гипербазитового комплекса условно позднерифейского возраста.

ВЕНДСКАЯ СИСТЕМА

Центрально-Саянская СФЗ

Джебашско-Амьльская СФЗ

Венд Центрально-Саянской СФЗ представлен в Джебашско-Амьльской СФЗ отложениями нижней части джебашской серии – изербельской свитой в Джебашском антиклинории.

Изербельская свита выделена В. Д. Зальцманом в 1994 г. Стратотипом является разрез по левобережью р. Енисей между устьями р. Уй и руч. Мал. Изербель [50ф]. Подразделение является условно валидным [60ф]. На карте первого издания породы свиты рассматривались в составе джебашской свиты [4].

Свита распространена в центральной части площади, между Северо-Саянским (Изыхским) и Борусским офиолитовыми поясами, и представлена парасланцами карбонат-серицит-хлоритовыми, карбонат-плаггиоклаз-хлоритовыми, серицит-хлорит-кварцевыми и пр., мраморами белыми, желтовато- и розовато-белыми, ортосланцами амфибол-плаггиоклаз-хлоритовыми апобазальтовыми и карбонат-кварц-альбитовыми зелено-серыми. В зонах контактового метаморфизма породы свиты превращены в роговики кварц-эпидот-амфиболовые темно-серые и темно-зеленые. Мощность – более 2500 м.

По литологическому составу свита расчленяется на две части – подсвиты нижнюю, преимущественно карбонатную, и верхнюю – сланцевую (рис. 11). Впервые это расчленение предложено В. Д. Зальцманом [49ф]. Выделенные им подразделения были названы первой (нижняя) и второй (верхняя) пачками второй толщи джебашской серии.

Нижнеизербельская подсвита (Viz_1) пользуется небольшим распространением в пределах двух полей. Первое из них простирается от горы Бирик в северо-восточном направлении до р. Сизая, второе установлено в верхнем течении рек Байронов и Мал. Шушь. Породы обнажаются в ядрах антиклинальных складок.

Подсвита сложена светлыми мраморами, в нижней части сланцами с прослоями мраморов. Мощность превышает 600 м. Основание не установлено.

Разрез 29 подсвиты по левому борту р. Енисей, ниже по течению от устья р. Мал. Изербель, имеет следующий вид ([49ф], разрез I) (снизу вверх) (рис. 11):

1. Сланцы карбонат-плаггиоклаз-хлоритовые зелено-серые, полосчатые с линзами и прослоями мраморов мощностью от 0,7 до 10 м	150
2. Мраморы светло-розовые	20
3. Мраморы желтовато- и розовато-белые с нечеткими прослоями и линзами розовых разностей, обогащенных серицит-хлоритовым материалом	180
4. Мраморы розовато-светло-серые с единичными, маломощными (0,1–0,3 мм) прослойками гематита	70
5. Мраморы белые, светло-серые, прослоями серые	180

Мощность подсвиты по разрезу составляет 600 м.

Пачки 2–5 объединяются в Кирик-Кордонский горизонт мраморов. Ввиду своей декоративности они являются предметом добычи и используются в качестве строительных материалов.

Верхнеизербельская подсвита (Viz_2) распространена широко в центральной части площади, между Северо-Саянским (Изыхским) и Борусским офиолитовыми поясами. Подсвита сложена преимущественно монотонными зелено-серыми, тонкополосчатыми, плейчатými карбонат-серицит-хлоритовыми, карбонат-плаггиоклаз-хлоритовыми сланцами (90 %) с редкими, маломощными (10–50 м) линзами, прослоями, единичными горизонтами амфибол-плаггиоклаз-хлоритовых сланцев апобазальтовых (8 %), серицит-хлорит-кварцевых сланцев (2 %) и мраморов (менее 1 %). Мощность – более 1900 м.

Граница с подстилающими отложениями согласная, четкая, проводится по смене мраморов нижнеизербельской подсвиты сланцами верхнеизербельской подсвиты.

Объем и стратиграфическое положение подсвиты устанавливаются в стратотипе свиты в береговых обрывах по левому борту р. Енисей вблизи пос. Мрамор. Здесь между выходами Кирик-Кордонских мраморов и сланцами нижеамыльской подсвиты («соболевский горизонт») составлен разрез 29 ([49ф], разрез I) (снизу вверх) (рис. 11):

1. Сланцы карбонат-плаггиоклаз-хлоритовые зеленовато-серые тонкопараллельно полосчатые, роговики кварц-эпидот-амфиболовые темно-серые, темно-зеленые	300
2. Мраморы розовые	10
3. Сланцы карбонат-серицит-хлоритовые зеленовато-серые полосчатые, гофрированные	80
4. Сланцы серицит-хлорит-кварцевые серые, полосчатые, слабокарбонатизированные с неравномерной вкрапленностью сульфидов	40
5. Сланцы карбонат-серицит-хлоритовые зелено-серые	80
6. Сланцы амфибол-плаггиоклаз-хлоритовые апобазальтовые зелено-серые	30
7. Монотонное чередование сланцев кварц-карбонат-хлоритовых и плаггиоклаз-серицит-хлоритовых, полосчатых, плейчатых, гофрированных	1000–1200

Мощность по разрезу составляет 1540–1740 м.

Правый борт р. Енисей

Разрез 33
реки Бол. и Мал. Берёзовая

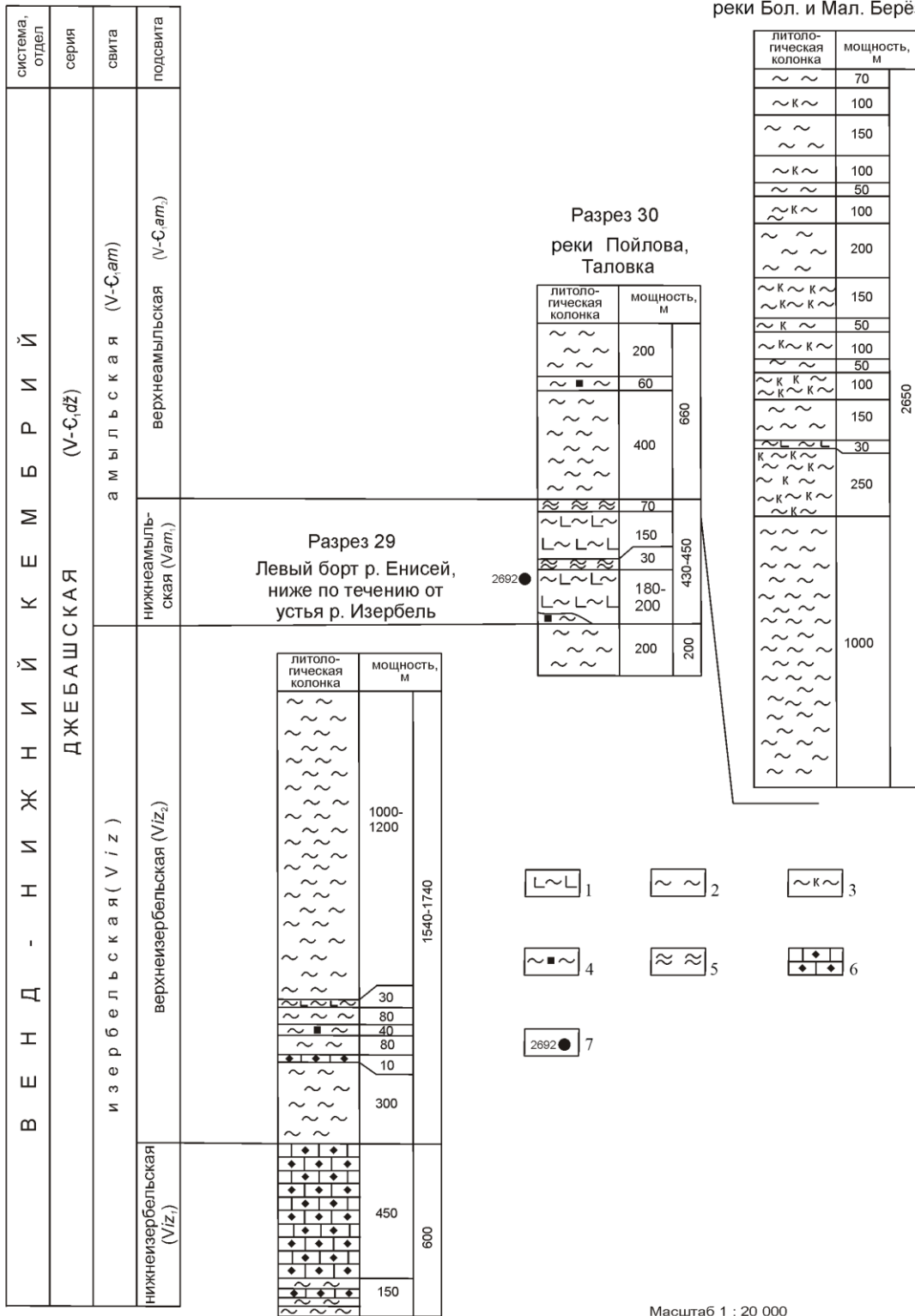


Рис. 11. Схема корреляции разрезов изербельской и амьльской свит венда-раннего кембрия (с использованием материалов В. Д. Зальцмана, 1983ф, разрезы I,IV,XXVI).

1 – сланцы амфибол-полевошпат-хлоритовые и другие апобазальтовые; 2 – сланцы карбонат-полевошпат-хлоритовые, карбонат-серицит-хлоритовые и другие с содержанием карбоната до 25 %; 3 – сланцы альбит-серицит-карбонатные и другие с содержанием карбоната более 25 %; 4 – сланцы хлорит-кварцевые, серицит-кварцевые, гематит-магнетит-кварцевые, кварциты; 5 – сланцы карбонат-кварц-альбитовые, кварц-хлорит-альбитовые и др.; 6 – мраморы, сланцы мраморовидные серицит-хлорит-карбонатные; 7 – точка отбора пробы на химический анализ и ее номер (прил. 12).

Маркирующее значение для верхнеизербельской подсвиты имеет горизонт метавулканогенных пород первой половины разреза.

В связи со сходством пород изербельской и амыльской свит характеристика первых приведена ниже – в сводном описании пород джебашской серии.

Средняя плотность пород изербельской свиты колеблется от 2,63 до 2,75 г/см³, породы относятся к группе немагнитных со средней магнитной восприимчивостью равной 75×10^{-5} ед. СИ, остаточной намагниченностью – 57×10^{-3} А/м. Над площадью распространения пород изербельской свиты севернее и восточнее интрузивного Джойского массива наблюдается отрицательное магнитное поле интенсивностью до 100–200 нТл. Южная, западная и северо-западная части распространения свиты расположены в области положительной магнитной ступени. В остаточном поле силы тяжести над породами изербельской свиты самостоятельного типа поля не создают, так же как и над породами амыльской свиты, наблюдаются значения поля от –2 до 2–4 мГал.

Органические остатки в отложениях изербельской свиты не установлены. Изотопный возраст высокобарного метаморфизма ее пород составляет 560 млн лет [50ф]. Вендский возраст свиты принят на основании согласных соотношений с перекрывающимися образованиями амыльской свиты венда–нижнего кембрия.

ВЕНДСКАЯ СИСТЕМА–КЕМБРИЙСКАЯ СИСТЕМА

Центрально-Саянская СФЗ

Джебашско-Амыльская СФЗ

К нерасчлененным отложениям вендской и кембрийской систем отнесена амыльская свита джебашской серии Джебашско-Амыльской СФЗ.

Амыльская свита выделена Л. П. Зоненшайном в 1961 г. Стратотип расположен в верховьях р. Амыл в районе горы Победа.

На территории листа, в южной части породы свиты образуют протяженные полосы северо-восточного простирания по обе стороны от Брусского офиолитового пояса.

Свита сложена зелено- и сероцветными карбонат-серицит-хлоритовыми, плагиоклаз-серицит-хлоритовыми, кварц-плагиоклаз-хлоритовыми, хлорит-кварцевыми и другими подобными парасланцами (80 %) при подчиненном развитии ортосланцев (15 %), кварцитов (5 %) и светлых мраморов (менее 1 %). Ортосланцы и ассоциирующие с ними кварциты и мраморы слагают, как правило, нижнюю часть свиты. Породы амыльской свиты вмещают бедную железорудную минерализацию.

Соотношения свиты с подстилающей изербельской свитой считаются согласными. Мощность ее составляет не менее 3500 м.

По литологическому составу свита расчленяется на две подсвиты (рис. 6): нижнюю – существенно вулканогенную, и верхнюю – карбонатно-терригенную. На листе N-46-XXV А. Н. Федотовым и др. [71ф] под амыльской свитой понимается только ее нижняя часть со следующим составом: «метавулканиты основного состава, глаукофановые сланцы, маркирующие горизонты железистых кварцитов».

Нижнеамыльская подсвита (*Vam*) является маркирующим горизонтом («собольский горизонт» [49ф]), позволяющим распознавать амыльскую свиту в разрезе и отличать ее от сходной изербельской свиты. Подсвита распространена в центральной части площади, между Северо-Саянским (Изыхским) и Брусским офиолитовыми поясами. Она сложена апобазальтовыми сланцами эпидот-амфибол-хлоритового, плагиоклаз-хлорит-эпидотового состава (75–85 %), сланцами плагиоклаз-серицит-хлоритового, эпидот-плагиоклаз-слюдистого (10–15 %), хлорит-кварцевого, хлорит-серицит-кварцевого (5 %) и гематит-магнетит-кварцевого (менее 1 %) состава. Последние наблюдаются в виде невыдержанных по простиранию прослоев и линз мощностью 6–40 м как в нижней, так и в верхней (преимущественно) частях разреза. Мощность подсвиты изменчива и может достигать 450 м.

В междуречье Пойлово–руч. Таловка в разрезе 30 ([49ф], разрез IV) на сланцах верхнеизербельской подсвиты согласно залегают (снизу вверх) (рис. 11):

1. Сланцы эпидот-амфибол-хлоритовые, плагиоклаз-хлорит-эпидотовые апобазальтовые зелено-серые, часто порфиробластовые, с линзой сланцев хлорит-кварцевых и магнетит-гематит-кварцевых («железистые кварциты») серых полосчатых	180–200
2. Сланцы эпидот-плагиоклаз-слюдистые, кварц-слюдисто-альбитовые, турмалинсодержащие серые, темно-серые полосчатые	30
3. Сланцы эпидот-амфибол-хлоритовые и плагиоклаз-хлорит-эпидотовые апобазальтовые, часто порфиробластовые	120
4. Сланцы серицит-хлорит-кварцевые, в том числе магнетит-гематит-кварцевые	10
5. Сланцы эпидот-амфибол-хлоритовые апобазальтовые зелено-серые	20
6. Сланцы эпидот-плагиоклаз-хлоритовые, кварц-хлорит-альбитовые	70

Мощность по разрезу – 430–450 м.

На листе N-46-XXV мощность нижнеамыльской подсвиты (амыльская свита [71ф]) оценивается в 1500 м и, видимо, завышена. В опорном разрезе джебашской серии по р. Енисей на листе N-46-XXVI, где расположен стратотип изербельской свиты с перекрывающимися отложениями, мощность нижнеамыльской подсвиты составляет 400–450 м, а в разрезах у западной рамки листа значительно сокращается до 100–200 м. Увеличение мощности на листе N-46-XXV в маршрутах, проведенных вдоль его западной рамки, не наблюдалось.

Верхнеамыльская подсвита ($V-C_{am2}$) пользуется наибольшим распространением среди стратифицированных подразделений Джебашско-Амыльской СФПЗ.

Подсвита представлена преимущественно разнообразными карбонатсодержащими сланцами (карбонат-серицит-хлоритовые, серицит-хлорит-карбонатные и пр.). Другие породы (бескарбонатные сланцы, кварциты, ортосланцы, мраморы) представлены в ограниченном количестве. Мощность подсвиты достигает 2600–3100 м.

В строении подсвиты В. Д. Зальцман [49ф] выделяет две части – нижнюю и верхнюю. Составы их сходны, но в верхней части устанавливается больше сланцев с повышенной карбонатностью. Эти части в юго-восточном углу площади, между Брусским офиолитовым поясом и Центрально-Саянским синклинием отделяются маркирующим горизонтом ортосланцев небольшой мощности, при отсутствии которого, соответственно, расчленение подсвиты невозможно.

По данным В. Д. Зальцмана [49ф], нижняя часть верхнеамыльской подсвиты представлена монотонным чередованием полосчатых парасланцев, среди которых доминирующим развитием пользуются апоаммитовые карбонатсодержащие сланцы, а также апоалевритовые разности, слагающие среди первых прослой мощностью до 30–40 м. Мощность – 600–1250 м.

Разрез 33 ([49ф], разрез XXVI) нижней части верхнеамыльской подсвиты в междуречье Бол. и Мал. Березовая (снизу вверх) (рис. 11):

1. Сланцы карбонат-серицит-хлоритовые, плагиоклаз-серицит-хлоритовые зеленовато-серые полосчатые гофрированные	1000
2. Сланцы серицит-хлорит-карбонатные (карбонатность более 25 %), зеленовато-серые полосчатые, гофрированные, плейчатые	250

Суммарная мощность по разрезу – 1250 м.

Верхняя часть верхнеамыльской подсвиты в бассейне рек Голованская Сосновка, Абдыр, Мал. и Бол. Березовая, Бол. Медянка сложена монотонными, ритмично чередующимися карбонатсодержащими и существенно карбонатными парасланцами (90 %), а также бескарбонатными парасланцами (1 %), ортосланцами, в том числе эпидот-амфибол-хлоритовыми апобазальтовыми (менее 1 %). Последние обособляются в нижней части разреза, образуя протяженный (более 24 км) горизонт мощностью до 30 м.

Разрез 33 ([49ф], разрез XXVI) верхней части верхнеамыльской подсвиты (снизу вверх) (рис. 11):

1. Сланцы эпидот-амфибол-хлоритовые апобазальтовые зелено-серые	30
2. Переслаивание сланцев кварц-серицит-хлоритовых, карбонат-серицит-хлоритовых, плагиоклаз-серицит-хлоритовых зеленовато-серых полосчатых, часто гофрированных со сланцами серицит-хлорит-карбонатными, зеленовато-серыми полосчатыми, гофрированными, плейчатыми	1370

Суммарная мощность по разрезу – 1400 м.

Возраст верхнеамыльской подсвиты принят венд-раннекембрийским на основании находок в бассейне р. Чебежон (восточнее листа) остатков мелкораковинной фауны *Anabarites trisulcatus* Miss. и *Tiksitheca* sp.

По петрографическим особенностям породы изербельской и амыльской свит подразделяются на четыре группы: парасланцев (апотерригенных), ортосланцев, кварцитов и хлорит-кварцевых сланцев, мраморов. Региональный метаморфизм их соответствует зеленосланцевой фации.

Парасланцы характеризуются однообразной зелено-серой окраской, мелко-тонкозернистыми структурами, параллельно-полосчатой, линзовидно-полосчатой, сланцеватой текстурами, тонкоплитчатой отдельностью. Отмечается мелкая плейчатость и дисгармоничная микроскладчатость. Полосчатость пород обусловлена тонким (от 1 до 5 мм) чередованием зеленых, зелено-серых, темно-зеленых и светлоокрашенных прослоев разного минерального состава.

Парасланцы по составу подразделяются на бескарбонатные (карбонат – 0–5 %), карбонат-содержащие (карбонат – 5–25 %) и существенно карбонатные (карбонат – 25–50 %). Карбонат-содержащие апопсаммитовые сланцы являются наиболее типичными породами джебашской серии. Они имеют лепидогранобластовую с элементами реликтовой бластопсаммитовой структуру и сложены кварцем (10–50 %), карбонатом (5–25 %), плагиоклазом (15–20 %), мусковитом и серицитом (15–20 %), хлоритом (15–45 %), биотитом (до 3 %), эпидотом (до 5 %). Акцессорные минералы – титанит (до 2 %), рутил (до 2 %), лейкоксен, турмалин, апатит (по 1–2 %) и др.

Плагиоклаз в парасланцах представлен альбитом (10 %), реже альбит-олигоклазом (до 5 %) и олигоклазом (до 5 %), карбонаты – кальцитом.

Ортосланцы характеризуются зеленой и темно-зеленой окраской, массивными, реже сланцеватыми, сланцевато-полосчатыми и микроочковыми текстурами. Структура пород равномерно-тонкозернистая, иногда порфириобластовая, микроструктуры – граноматобластовые, лепидогетеробластовые. По минеральному составу и другим признакам выделяются сланцы, образованные по эффузивам основного состава (эпидот-амфибол-хлоритовые сланцы апобазальтовые) и туфам (карбонат-кварц-альбитовые сланцы).

Эпидот-амфибол-хлоритовые сланцы апобазальтовые имеют зеленую и темно-зеленую окраску. Структура пород однородная, тонкозернистая, реже порфириобластовая. Текстура пород сланцеватая. В отдельных образцах распознается реликтовая миндалекаменная текстура. Породы сложены плагиоклазом (7–40 %), эпидотом (5–40 %), амфиболом (до 70 %), хлоритом (5–40 %), биотитом (до 35 %), серицитом и мусковитом (до 20 %), встречаются кварц (до 5 %), карбонат (до 4 %), магнетит (1–7 %) и другие минералы, а также акцессорные примеси. Плагиоклаз представлен альбитом, альбит-олигоклазом и олигоклазом, амфиболы встречаются в основном в виде шестоватого и игольчатого актинолита.

Ортосланцы по туфам имеют зелено-серую, темно-зеленую окраску, лепидогранобластовую с элементами порфириобластовой структуру, сланцевато-полосчатую текстуру. Они сложены альбитом (25–60 %), кварцем (до 35 %), карбонатом (2–20 %), эпидотом (1–5 %), актинолитом (1–8 %), хлоритом (5–20 %), светлыми слюдами (1–6 %), биотитом (до 15 %), акцессорными минералами, из которых лейкоксен может достигать 15 %, магнетитом и ильменитом (до 1–5 %).

Кварциты и хлорит-кварцевые сланцы – серые, зеленовато-серые породы с гранобластовой и лепидогранобластовой структурой, сланцевато-полосчатой текстурой. Характерна мелкая плейчатость. Минеральный состав пород (%): кварц (50–88), плагиоклаз (1–15), серицит и мусковит (2–15), хлорит (5–10), биотит (до 5), эпидот (до 2), а также акцессорные минералы и рудные: магнетит и гематит (до 1). Особо выделяются магнетит-гематит-кварцевые сланцы (т. н. «железистые кварциты»), характеризующиеся повышенным (до 20 %) содержанием магнетита и гематита.

Мраморы имеют белую, светло-серую, голубовато-, розовато- или желтовато-белую окраску, мелко-среднезернистую структуру, массивную текстуру. Они сложены кальцитом (90–95 %) с незначительной примесью кварца (до 3 %), хлорита (до 2 %), серицита (до 2 %). При повышении примеси терригенного материала мраморы переходят в мраморизованные известковистые сланцы.

Парасланцы и карбонатные породы характеризуются плотностью от 2,6 до 2,7 г/см³, кварциты и хлорит-кварцевые сланцы – 2,5–2,6 г/см³, ортосланцы – 2,74–2,94 г/см³. Парасланцы и мраморы являются немагнитными породами, магнитная восприимчивость 50×10^{-5} ед. СИ. Магнитные свойства ортосланцев изменяются в широких пределах – от слабomagнитных до высокомагнитных – 750×10^{-5} ед. СИ.

Сланцы амьельской свиты имеют халько-литофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов близки к породным кларкам, но отмечается повышенное содержание лития в 11 раз, ниобия в 9 раз, бария в 7 раз, галлия в 5 раз, кобальта, циркония, ванадия, олова, иттрия в 3 раза по отношению к кларку (прил. 13).

Мраморы нижеизербельской подсвиты имеют лито-сидеро-халькофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов также близки к породным кларкам. Отмечается повышенное содержание ниобия в 7 раз, циркония в 5 раз, хрома, иттрия и молибдена в 3 раза, олова в 2 раза и пониженное содержание никеля в 20 раз, свинца в 9 раз, ванадия в 6 раз, бора и галлия в 4 раза, титана в 2 раза относительно кларка.

Для сланцев верхнеизербельской подсвиты характерна халько-литофильная геохимическая специализация. Содержания основных элементов близки к породным кларкам, но содержание бария в 7 раз, ниобия и лития в 6 раз, галлия в 4 раза, олова, бериллия, циркония и свинца в 3 раза, а никеля в 2 раза ниже кларка.

Химический состав базальтоидов толщи соответствует базальтам низкой и нормальной щелочности. По составу это в основном базальты, в меньшем количестве присутствуют трахибазальты (рис. 7). Базальты характеризуются пониженными общей щелочностью (сумма щелочей 1,43–3,5 %) и глиноземистостью ($Al_2O_3 = 12,2–16,28\%$), повышенными содержаниями магния (3,0–9,04 % MgO), фосфора (1,9–5,1 % P_2O_5) и титана (1,7–3,47 % TiO_2) (прил. 12).

Породы относятся к толеитовым и щелочным базальтам океанических островов (рис. 8, 9, 10).

Область распространения метаморфических пород джебашской серии на АФС дешифрируется удовлетворительно и характеризуется в целом среднегорным и низкогорным массивным рельефом, глубоко расчлененным редкой сетью водотоков.

Возраст джебашской серии в соответствии с возрастом образующих ее свит – венд–ранний кембрий.

Северо-Саянский (Изыхский) и Борусский офиолитовые пояса

Отложения венда–нижнего кембрия на площади офиолитовых поясов представлены турунташской толщей.

Турунташская толща введена в Легенду западно-Саянской серии по материалам В. Д. Зальцмана и В. Н. Гребенщикова [49ф, 60ф]. Стратотип расположен по р. Турунташ. Подразделение является невалидным.

К толще отнесены отложения, ранее рассматриваемые в составе чингинской серии [4], шаманской [57ф] и сизинской [58ф] толщ нижнего кембрия, кашкаретской серии [49ф] венда–нижнего кембрия.

В Северо-Саянском (Изыхском) офиолитовом поясе толща протягивается полосой в широтном направлении – от Джойского хребта на западе до верховьев р. Бол. Шушь на востоке. Полоса ограничена надвигами, по которым толща контактирует с чеханской, верхнемонокской свитами и с джебашской серией.

В Борусском офиолитовом поясе толща развита в бассейнах рек Бол. и Мал. Кашкарет, в междуречье Кантегир–Енисей, Голованская Сосновка, в верховьях р. Голубая и истоках р. Сизая. Все контакты со сланцами абдырской и стантаскыльской толщ, габброидами и гипербазитами борусского комплекса, а также с джебашской серией тектонические, выражены зонами дробления, милонитизации, окварцевания, лиственитизации мощностью от нескольких метров до десятков метров.

Толща сложена метабазами, сланцами хлорит-серицит-кварцевыми, серицит-кварцевыми, кварц-хлорит-серицитовыми, кварц-карбонатными и др., часто углеродистыми, терригенными и карбонатными породами, лидитами, фтанитами, микрокварцитами. Для карбонатов в пределах Северо-Саянского (Изыхского) офиолитового пояса характерны повышенные содержания фосфора и марганца. Подстилающими считаются отложения абдырской толщи условно позднерифейского возраста, развитые в Борусском офиолитовом поясе. Перекрывающие отложения на листе отсутствуют. Мощность – 2000–2300 м.

Толща подразделяется на три части (здесь – подтолщи) (рис. 12) в соответствии с делением, предложенным В. Д. Зальцманом [49ф] для турунташской серии. Соотношения подтолщ согласные.

Несбойка по западной рамке в Северо-Саянском (Изыхском) офиолитовом поясе с листом N-46-XXV связана как с различным членением турунташской толщи (две подтолщи на листе N-46-XXV, три подтолщи на листе N-46-XXVI), так и с неточным отображением отдельных ее частей [71ф]. Так, в северной части пояса, южнее Северо-Саянского надвига, непосредственно у восточной рамки листа N-46-XXV изображены карбонаты верхнетурунташской подтолщи [71ф]. По данным Б. М. Минаева [57ф] и В. Д. Зальцмана [49ф], восточнее, уже на территории листа N-46-XXVI, присутствуют только вулканогенные отложения. Это подтверждено также полевыми наблюдениями авторов. В связи со сказанным, на листе N-46-XXVI на этом участке выделена не верхнетурунташская карбонатная подтолща, а нижнетурунташская подтолща вулканогенного состава.

Нижнетурунташская подтолща (Vtr_1) распространена на склонах Джойского хребта, в бассейне р. Сизая (нижнее течение), верховьях руч. Березовый, в Борусском офиолитовом поясе – в истоках Абдыр и Бол. Кашкарет, в междуречье Кантегир–Енисей и в левобережье р. Таловка. В ее составе преобладают вулканыты (%): metabазальты пироксен-плагиоклазовые – 55, metabазальты вариолитовые – 30, металавокластиты – 3. Разности с подушечной отдельностью составляют 10. Незначительно развиты серицит-хлорит-кварцевые углеродистые сланцы, слагающие отдельные прослои и линзы мощностью от 5 до 20 м. Мощность подтолщи составляет около 800 м.

Разрез 31 ([49ф], разрез XXVII) подтолщи в левобережье верхнего течения р. Бол. Кашкарет (снизу вверх) (рис. 12):

1. Металавокластиты базальтовые зелено-серые интенсивно рассланцованные	50
2. Метабазальты голубовато-зеленоватые тонкорассланцованные	50
3. Сланцы серицит-хлорит-кварцевые углеродистые	10
4. Метакластиты базальтовые зелено-серые рассланцованные	30
5. Метабазальты голубовато-зеленоватые афировые тонкорассланцованные	160
6. Метабазальты пироксен-плагиоклазовые с подушечной отдельностью зелено-серые	140
7. Метабазальты пироксен-плагиоклазовые пепельно-серые	20
8. Метабазальты пироксен-плагиоклазовые пепельно-зеленоватые с подушечной отдельностью	150
9. Метабазальты вариолитовые пепельно-зеленоватые и темно-зеленые	60
10. Сланцы серицит-хлорит-кварцевые углеродистые черные, темно-серые, фтаниты черные; в нижней части – метапесчаники тускло-зеленоватые мелкозернистые	20
11. Метабазальты вариолитовые темно-зеленые слаборассланцованные	90

Мощность – 780 м.

Среднетурунташская подтолща (Vtr_2) в Северо-Саянском (Изыхском) офиолитовом поясе протягивается полосой в широтном направлении. В Борусском офиолитовом поясе она распространена в окрестностях руч. Донской, р. Голованская Сосновка, верховьях р. Мал. Абдыр, в междуречье Бол.–Мал. Кашкарет и в правобережье р. Бол. Березовая в ее верхнем течении.

В составе подтолщи преобладают породы кремнистого состава и вулканыты. Кремнистые породы (50–60 %) представлены фтанитами, лидитами, микрокварцитами, сланцами хлорит-серицит-кварцевыми, вулканыты (22 %) – в основном metabазальтами, встречаются метатуффиты. Остальную долю в разрезах подтолщи в основном составляют терригенные и карбонатные породы. Мраморфизованные известняки встречаются в виде линз и прослоев. Подтолща фациально изменчива. Мощность ее составляет 700–1000 м. В красно-коричневых кремнистых породах встречаются спикулы многолучевых губок.

Разнообразие пород среднетурунташской подтолщи можно наблюдать в разрезах Борусского офиолитового пояса.

Разрез 31 ([49ф], XXVII) в верховьях р. Бол. Кашкарет (снизу вверх) (рис. 12):

1. Тонкое переслаивание метаалевролитов и мелкозернистых метапесчаников на углеродистоглинистом цементе черного цвета	10
2. Сланцы серицит-кварцевые светло-зеленые полосчатые	40
3. Метагравелиты темно-серые с обломками фтанитов, метаалевролитов и метапесчаников мелкозернистых	10
4. Сланцы серицит-кварцевые бледно-зеленые тонкополосчатые	30
5. Метабазальты плагиоклазовые зеленовато-серые афировые	50
6. Метабазальты плагиоклазовые лилово-серые миндалекаменные	10
7. Метабазальты плагиоклазовые зелено-серые миндалекаменные	70

Мощность по разрезу – более 220 м.

В междуречье Бол. Кашкарет–Мал. Кашкарет развиты зелено-серые, лилово-серые метагравелиты, средне- крупнозернистые метапесчаники, реже – мелкообломочные метаконгломераты. Отмечаются единичные прослои вишнево-коричневых гематито-кремнистых пород (до 5 м) и линзы темно-зеленых метабазальтов (до 80 м). Мощность достигает 655 м.

Разрез подтолщи по руч. Мал. Кашкарет характеризуется присутствием разнообразных пород, фациально друг друга замещающих: метатуфитов гравелитовых зеленовато-серых с прослоями мраморизованных известняков розовато-белых пятнистых, метабазальтов плагиоклазовых, фтанитов, лидитов черных и темно-серых массивных, метапесчаников зеленовато-серых. Мощность – около 325 м. В верхнем течении р. Бол. Березовая среднетурунташская подтолща представлена кремнистыми породами с горизонтами метапесчаников. Мощность – 470 м.

Разрез 26 [58ф] средней подтолщи турунташской толщи в среднем течении р. Сизая по ее правому борту между ручьями Бол. Чесноки и Петрованов имеет следующий вид (снизу вверх) (рис. 12):

1. Сланцы серицит-кварцевые зеленовато-серые тонкослоистые	220
2. Микрокварциты темно-серые крепкие	100
3. Элювий сланцев серицит-кварцевых зелено-серого цвета	150
4. Кварциты серые крепкие	110
5. Сланцы серицит-кварцевые тонкорассланцованные с редкими линзами микрокварцитов мощностью до 70 м	630
6. Метаморфизованные известняки окремненные темно-серые массивные	80
7. Сланцы серицит-кварцевые зеленовато-серые	200

Всего видимой мощности – 1490 м.

Верхнетурунташская подтолща (Є₁tr₃) в качестве подразделения этого ранга описана А. Н. Федотовым и др. в 2003 г. [71ф] по материалам геологической съемки листа N-46-XXV и введена в Легенду Минусинской серии со следующим составом: «...доломитизированные известняки, доломиты фосфатоносные с пластами бедных фосфоритов, прослоями кремней, конгломераты известняково-доломитовые. Более 500 м».

На площади листа породы подтолщи включены Б. М. Минаевым [58ф] в сизинскую толщу, а В. Д. Зальцманом [49ф] – кашкаретскую серию.

Подтолща преимущественно развита в Северо-Саянском (Изыхском) офиолитовом поясе. В Борусском офиолитовом поясе она развита незначительно в среднем течении р. Бол. Кашкарет; сложена мраморизованными известняками, большей частью окремненными, доломитизированными и графитизированными, доломитистыми известняками, доломитами, сланцами кварц-карбонатными. В карбонатах участками отмечается повышенное содержание P₂O₅. Мощность – более 500 м.

В среднем течении р. Сизая (разрез 26, рис. 12) наблюдается согласный контакт верхне- и среднетурунташской подтолщ. Здесь верхнетурунташская подтолща сложена мраморизованными известняками от светло-серых до темно-серых, массивными, с прожилковообразными и гнездообразными скоплениями фосфатного материала. Мощность известняков – не менее 500 м.

В среднем течении р. Бол. Кашкарет к подтолще отнесена линза(?) мраморизованных известняков, занимающая площадь 0,4 × 2,8 км. Известняки участками доломитизированы, графитизированы, либо замещены кварц-альбитовыми метасоматитами. Мощность известняков превышает 80 м.

Во фрагменте разреза верхней подтолщи в правом борту долины руч. I-Агачиха Б. М. Минаев [57ф] описывает в составе ее нижней части кварц-карбонатные сланцы зеленовато-серого цвета с прослоями (10–20 см) темно-серых мраморизованных известняков, которые выше по разрезу сменяются горизонтом (100 м) мраморизованных доломитистых известняков с редкими прослоями кварц-карбонатных сланцев.

Распространенными породами турунташской толщи являются метабазальты, их метатуфы, метатуфиты, сланцы хлорит-серицит-кварцевые и др., кварциты, фтаниты, реже встречаются карбонаты, метагравелиты и метапесчаники.

Метабазальты – табачно-зеленые, пепельно-серые, зелено-серые, иногда лилово-коричневые и лилово-серые породы с афировой и порфировой структурой с интерсертальной, гиалопилитовой, редко диабазовой структурами основной массы. Текстура миндалекаменная, реже брекчиевая. Красноцветные базальты обрели цвет за счет мелкой сыпи гематита и магнетита.

В афировых зеленоцветных разностях основная масса сложена тонкими лейстами альбитизированного плагиоклаза и тонковолокнистым хлоритом. В порфириовидных разностях преобладают мелкие таблитчатые фенокристаллы сосюритизированного и альбитизированного плагиоклаза и зерна пироксена, составляющие 30–70% объема породы. Миндалекаменная текстура определяется присутствием мелких и крупных (до 10 мм) миндалин овальной или неправильной формы, выполненных хлоритом и карбонатом. Акцессорные минералы представлены зернами ильменита, апатита и титанита.

Оливинсодержащие metabазальты отличаются присутствием в составе породы до 5–7 % оливина, образующего крупные (до 1,2 мм) идиоморфные кристаллы.

Метабазальты вариолитовые имеют табачно-зеленый и темно-зеленый цвет, вариолитовую структуру, миндалекаменную и массивную текстуры, нередко слагают внешние зоны (5–10 см) «подушек» в пиллоу-лавах. Вариоли – округлые беспорядочно расположенные мелкие (2–5 мм) образования, сложенные светлыми радиально-лучистыми сростками игольчатых кристаллов альбитизированного плагиоклаза. Межвариолитовое пространство представлено сноповидными, метельчатыми сростками плагиоклаза и моноклинного пироксена.

Метатуффины мелко- и крупнопсефитовые характеризуются зеленовато-серым цветом, неравномернозернистой структурой, массивной, редко грубослоистой текстурой, полным отсутствием сортировки и окатанности обломочного материала, преобладанием в их составе продуктов вулканических извержений.

Вулканический обломочный материал (до 70 % всех обломков) представлен различной формы лапиллями красноцветных оруденелых metabазальтов, зеленовато-серых metabазальтов и черно-зеленых амфиболизированных габбро. В обломочном материале присутствуют угловатые обломки бледно-зеленоватых криптозернистых кремней (до 60 %), серых микрокварцитов, черных фтанитов, редко мраморизованных известняков, кварца, пирита, эпидота. Обломки пород покрыты корочкой закалки вишнево-красного цвета мощностью до 2 мм. Цемент туффинов – хлорит-карбонатный, поровый, крустификационно-поровый, участками базальный и соприкосновения.

Метатуфы базальтов имеют литокластическую псаммитовую или мелкопсефитовую структуру, состоят из обломков metabазальтов, лейст, табличек и мелких зернышек альбита. В промежутках между зернами наблюдаются хлорит и лейкоксен. Из новообразований отмечается актинолит.

Сланцы хлорит-серицит-кварцевые углеродистые характеризуются темно-серыми зеленовато-серыми тонами окраски, тонкополосчатой и сланцеватой текстурами, сложены переменным количеством гранобластового агрегата кварца (60–75 %), хлорита и серицита (15–35 %) и углеродистого (2–10 %) материала.

Сланцы хлорит-карбонат-полевошпатовые – породы зеленовато-серого цвета и с микролепидогранобластовой структурой, состоящие из полевого шпата – альбита (до 40 %), карбоната (20 %), хлорита (до 20 %), эпидота и кварца (до 20 %).

Сланцы серицит-кварцевые имеют зеленовато-серый цвет, микрозернистую лепидогранобластовую структуру, линзовидно-полосчато-сланцевую текстуру. Порода состоит (%) из кварца (до 80), серицита (9), биотита (5), хлорита (1–2), пирита, лейкоксена и гидроокислов железа (1–2). Кварц образует изометричные волнисто-угасающие водяно-прозрачные зерна размером в среднем около 1 мм. Углеродистое вещество наблюдается в виде тончайших прерывистых полосок.

Сланцы хлорит-серицитовые имеют микролепидобластовую структуру, сланцеватую текстуру и состоят из тонкочешуйчатого агрегата хлорита с серицитом и незначительным количеством зерен лейкоксена. Обычно сланцы окремнены.

Микрокварциты залегают в форме линз протяженностью 0,5–0,8 км и мощностью до 300–350 м согласно с общим структурным планом. Контакты с вмещающими породами четкие. Кварциты состоят (%) из кварца (95), серицита (2–3), углеродистого пылеобразного вещества (1), апатита (1), гидроокислов железа (1). Структура микрозернистая лепидогранобластовая. Текстура параллельная. Зерна кварца изометричные с зазубренными ограничениями размером около 0,05 мм. Редкие извилистые прослойки хлорит-углеродистого агрегата обуславливают полосчатую текстуру породы.

Фтаниты (лидиты) имеют темно-серую и черную окраску, микрогранобластовую, криптозернистую структуру, массивную нечеткослоистую и тонкослоистую текстуру, раковистый излом. Они сложены микрогранобластовым агрегатом кварца (90–95 %) с небольшой приме-

сью (6–8 %) углеродистого вещества. Слоистость обусловлена ленточным чередованием светло-серых слоев собственно фтанита и тонких слоев черного углеродисто-кремнистого алевропелита. В качестве примесей присутствует серицит.

Метагравелиты имеют серую и темно-серую окраску. Обломочная составляющая представлена слабоокатанными с признаками сортировки обломками осадочных пород (70–90%) при подчиненном количестве эффузивных (метабазальты) и субвулканических пород, а также обломков кварца и эпидота. Состав цемента – кремнистый, хлорит-кремнистый, глинисто-кремнистый, редко гематито-глинисто-кремнистый.

Метапесчаники характеризуются темно-серым, зеленовато-серым цветом, мелко- и средне-зернистой структурой, грубослоистой текстурой, карбонатно-гематитовым, хлорит-кремнистым цементом. Состав обломков метапесчаников аналогичен таковому в метагравелитах. Метаалевролиты отличаются от песчаников меньшим размером обломочных компонентов. Среди них выделяются метаалевролиты гематито-кремнистые красновато-коричневые со спикулами многолучевых губок.

Известняки и мраморы характеризуются светло-серыми, серыми, темно-серыми, розовато-белыми, белыми тонами окраски. Структура мелко- и крупнозернистая, текстура тонкопослойчатая, массивная, комковато-массивная. Они нередко доломитизированы, окремнены, графитизированы, гематитизированы, иногда содержат линзочки сидерита, породы обычно бесфосфатные. Окремнение проявляется в пятнистом замещении кальцита агрегатами кварца, а гематитизация – в прожилково-сетчатом распылении тонкодисперсного гематита. Окремненные, гематитизированные известняки имеют розоватый цвет и комковатую текстуру.

Доломитизированные и графитизированные разности мраморизованных известняков и мраморов имеют белый, светло-серый, реже темный цвет, средне- и крупнозернистую структуру, массивную текстуру. Порода сложена зернами кальцита (80–85 %) и доломита (6–10 %), на отдельных участках пропитанных тонкодисперсным углеродистым веществом (1–3 %).

Доломиты серые массивные, часто пятнисто-полосчатые, имеют криптокристаллическую, пелитоморфную структуру, состоят (%) из доломита (до 80), кальцита (10), кварца (1–2), иногда содержат темное фосфатное вещество.

На площади Борусского офиолитового пояса в верховьях рек Мал. Абдыр, Абдыр и Бол. Кашкарет, в окрестностях левых притоков р. Бол. Березовая и др., наряду с отложениями абдырской и турунташской толщ, встречаются отдельные тектонические блоки, сложенные существенно метаморфизованными вулканогенно-терригенными породами, представленными в значительном объеме блестящими порфиробластовыми слюдястыми сланцами гнейсовидного облика. В. Д. Зальцманом и др. [49ф] они рассматривались в составе нижней пачки борусской серии, позднее [50ф] – стантаскыльской толщи.

В строении толщи наряду с порфиробластовыми слюдястыми сланцами (75–80 %) встречаются горизонты мощностью 20–50 м тускло-зеленых порфиробластовых (20–25 %) сланцев апобазальтовых и редкие прослои и линзы мощностью 3–20 м кварцитов и альбит-хлорит-кварцевых сланцев. Породы нередко катаклазированы и милонитизированы. Видимая мощность – 300–400 м.

Стратиграфическое положение толщи дискуссионно. По мнению В. Д. Зальцмана [50ф], она является тектоническим включением в поле Борусского офиолитового пояса и, возможно, образовалась за счет амыльской свиты. Однако ее пространственное расположение непосредственно близ пород абдырской, турунташской толщ и пород борусского комплекса, наличие клиппов гипербазитов в полях ее расположения, как и в других толщах Борусского офиолитового пояса, указывают, скорее, на принадлежность толщи к этому же офиолитовому поясу. Сходство же в составе и по петрофизическим характеристикам с турунташской толщей позволяет рассматривать стантаскыльскую толщу (конечно, с определенной степенью условности) в качестве ее метаморфизованного аналога.

Разрез 32 описанных отложений на водоразделе рек Голубая–Абдыр ([49ф], разрез XXIV) (снизу вверх) имеет следующий вид (рис. 12):

1. Сланцы кварц-хлорит-мусковитовые, хлорит-кварц-полевошпатовые серые, зеленовато-серые, с порфиробластовой структурой	200
2. Сланцы хлорит-амфибол-плагноклазовые, плагноклаз-амфибол-хлоритовые, эпидот-амфибол-хлоритовые апобазальтовые порфиробластовые	50
3. Сланцы кварц-хлорит-мусковитовые, хлорит-кварц-плагноклазовые порфиробластовые	50

4. Сланцы хлорит-амфибол-плагиоклазовые, плагиоклаз-амфибол-хлоритовые, эпидот-амфибол-хлоритовые апобазальтовые порфиробластовые	40
5. Сланцы кварц-хлорит-мусковитовые, хлорит-кварц-полевошпатовые порфиробластовые	50

Мощность в разрезе – 390 м.

Значительное количество сланцев в разрезах толщи – «блестящие» порфиробластовые слюдястые гнейсовидного облика породы. Окраска пород зелено-серая, золотисто-желтая, текстура очково-сланцеватая, нечетко полосчатая, часто плейчатая. Порфиробластовая структура обусловлена включениями идиобласт альбита или альбит-олигоклаза размером 1–5 мм. Структура основной ткани лепидогранобластовая, гранолепидобластовая. Порода сложена плагиоклазом (20–25 %), кварцем (10–20 %), хлоритом (5–20 %), мусковитом (2–50 %), биотитом (5–15 %), эпидотом (1–3 %), кальцитом (до 2 %). Акцессорные минералы представлены титанитом, лейкоксеном, рутилом, апатитом, турмалином, цирконом, гранатом, глаукофаном. Рудные минералы – гематит, магнетит, пирит.

К сланцам апобазальтовым отнесены метаморфизованные породы тускло-зеленой, зелено-серой окраски, порфиробластовой структуры, со сланцеватой и очковой текстурами. Порфиробласты размером до 5 мм представлены таблитчатыми зёрнами альбита (5–15 %) и альбит-олигоклаза (до 5 %) с гелицитовой структурой, обусловленной включениями хлорита, актинолита, титанита. Структура основной ткани пород нематобластовая. Минеральный состав пород (%): плагиоклаз (20–40), актинолит (2–30), эпидот (3–35), хлорит (5–20), биотит (1–15), мусковит (до 5), глаукофан (до 1), кварц (до 6), кальцит (1–3). Акцессорные минералы (5 %) представлены титанитом, лейкоксеном, апатитом и турмалином. Из рудных минералов в небольших количествах встречаются магнетит, ильменит, пирит.

Кварциты, хлорит-кварцевые, альбит-хлорит-кварцевые сланцы характеризуются темно-серыми, реже серыми, светло-серыми тонами окраски. Текстура параллельно-полосчатая, сланцеватая, плейчатая. Структура гранобластовая с элементами лепидогранобластовой. Породы сложены кварцем (45–95 %), углеродистым материалом (2–15 %), альбитом (до 10 %), хлоритом (до 25 %), мусковитом (2–3 %), биотитом (до 5 %), эпидотом (до 2 %), пьмонтитом (ед. зёрна). Акцессорные минералы – лейкоксен, циркон, апатит, турмалин и гранат, рудные – магнетит, гематит, пирит.

Наибольшей плотностью в турунташской толще характеризуются metabазальты (среднее значение – 2,80–2,92 г/см³), пониженной плотностью (2,7–2,75 г/см³) – их миндалекаменные разности. Минимальная плотность (2,5–2,65 г/см³) отмечается у кремнистых пород. Метатифы, метатиффиты, метагравелиты, метапесчаники и мраморизованные известняки имеют среднюю плотность 2,65–2,75 г/см³, сланцы хлорит-серицит-кварцевые, хлорит-карбонат-полевошпатовые и др. – 2,6–2,8 г/см³.

Породы турунташской толщи относятся к немагнитным или слабوماгнитным образованиям. Магнитная восприимчивость колеблется в пределах от 0 до 125×10^{-5} ед. СИ. Исключение составляют базальты по р. Мал. Кашкарет, характеризующиеся широким разбросом значений остаточной намагниченности $109–10\,850 \times 10^{-3}$ А/м и магнитной восприимчивости $90–7000 \times 10^{-5}$ ед. СИ. Наиболее низкими значениями радиоактивности 5–6 мкР/ч, редко 8–10 мкР/ч характеризуются metabазальты, их туфы и туффиты, известняки и микрокварциты. Большей (7–9 мкР/ч) радиоактивностью отличаются фтаниты. Относительно высокой радиоактивностью (8–11 мкР/ч, иногда до 12–15 мкР/ч) выделяются обломочные породы и углеродсодержащие сланцы.

Над породами турунташской толщи наблюдается спокойное отрицательное магнитное поле интенсивностью до 150–250 нТл. В гравитационном поле оно фиксируется изгибами изоаномал с единичными локальными повышениями на 2–4 мГал.

Содержания основных элементов нижнетурунташской подтолщи (сланцы, метатиффиты) близки к породным кларковым, при этом отмечается бария в 7 раз, ниобия, хрома, галлия и лития в 4 раза, бора, свинца, олова, бериллия в 3 раза, циркония, никеля в 2 раза ниже кларка.

Для среднетурунташской подтолщи (сланцы, metabазальты, метатиффиты, метаалевролиты, метапесчаники, мраморизованные известняки) характерна литофильная геохимическая специализация. Содержания основных элементов близки к породным кларкам, молибдена 2 в раза выше, а бария и бора в 5 раз, галлия в 3 раза, циркония и олова в 2 раза ниже кларка.

Верхнетурунташская подтолща (известняки) имеет литофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов близки к породным кларкам. Отмечается ниобия

в 60 раз, бария в 6 раз, бериллия и молибдена в 3 раза, олова в 2 раза выше кларка, а ванадия в 19 раз, титана в 12 раз, свинца в 9 раз, марганца в 8 раз, меди в 7 раз, хрома в 6 раз, фосфора и никеля в 5 раз, бора и галлия в 4 раза, лития в 3–4 раза, цинка в 2 раза ниже кларка.

Химический состав базальтоидов турунташской толщи соответствует базальтам низкой и нормальной щелочности. Это в основном базальты, пикробазальты, в меньшем количестве присутствуют трахибазальты (рис. 7).

Базальты характеризуются пониженными общей щелочностью (сумма щелочей 1,74–4,5 %) и глиноземистостью ($Al_2O_3 = 12–15 \%$), пониженными содержаниями фосфора ($P_2O_5 = 0,09–0,2 \%$), повышенными содержаниями магния ($MgO = 5–9,75 \%$) и титана (1,12–3,14 % TiO_2) (прил. 12). В отдельных образцах фиксируются повышенные щелочность (сумма щелочей 5,0–6,95 %), глиноземистость (до 20 % Al_2O_3), фосфористость (до 0,4–0,6 % P_2O_5). Породы в основном относятся к базальтам толеитовой серии океанических островов, в меньшем количестве – к базальтам известково-щелочной серии (рис. 8, 9).

Отложения нижней и среднетурунташской подтолщ формировались в условиях океанических поднятий (ОИВ), а карбонатные отложения верхнетурунташской подтолщи – на завершающем этапе формирования океанических островов (рис. 10).

Для площади развития образований толщи в Борусском ОП характерны серый, темно-серый фототон, сильно расчлененный рельеф, наличие мелких структурных элементов (гребни, ложки, фрагменты фотомаркирующих горизонтов), ориентированных в северо-восточном направлении.

Кварциты среднетурунташской подтолщи пригодны для производства ферросплавов, а верхнетурунташская подтолща содержит горизонты карбонатов, обогащенных фосфатным веществом.

Органические остатки в турунташской толще не многочисленны. В кремнистых породах часто встречаются спикулы губок, первое появление которых связывают с вендом. В верхней части толщи известны водоросли *Epiphyton* sp., археоциаты, фрагменты раковин. В верховьях руч. Мал. Кашкарет Н. А. Батовым в 1931 г. обнаружены археоциаты нижнего кембрия *Syringocnema* sp., *Protopharetra* sp., а по руч. Бол. Кашкарет А. Г. Сивовым в 1953 г. – *Orbicyathus* sp., *Asterocyathus* sp. [49ф]. Приведенный комплекс указывает на возраст вмещающих археоциаты отложений не древнее атдабанского века. Для более точного вывода о возрасте требуется ревизия определений предшественников.

В соответствии с этими данными и с учетом ранее принятого ранее условно вендского возраста толщи [60], сейчас он определен венд(?) – раннекембрийским.

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Палеозойская эратема представлена кембрийской, ордовикской, девонской, каменноугольной и пермской системами.

КЕМБРИЙСКАЯ СИСТЕМА

Отложения ее распространены в центральной части территории в составе Кизасско-Монокской структурно-формационной подзоны (СФПЗ) Северо-Саянской структурно-формационной зоны (СФЗ), а также в южной части территории в составе Джебашско-Амыльской структурно-формационной подзоны (СФПЗ) Центрально-Саянской структурно-формационной зоны (СФЗ).

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Северо-Саянская СФЗ

Кизасско-Монокская СФПЗ

Кембрийские отложения данной СФПЗ представлены нижнемонокской, верхнемонокской и чеханской свитами и относятся к нижнему отделу системы. Нижнемонокская свита и связан-

ные с ее вулканитами субвулканические образования объединяются в нижнемонокский риолит-базальтовый комплекс.

Нижнемонокская свита (C_{1nm}) выделена А. Г. Сивовым в 1955 г. Стратотип расположен на листе N-46-XXV по руч. Герасимов, левому притоку р. Мал. Монок.

Породы свиты распространены в центральной части территории листа и фиксируются повсеместно от западной до восточной его рамок. Большое поле выходов свиты расположено в бассейне р. Уй, на водоразделах рек I-е Калы и II-е Калы, в среднем течении р. Дехановка, верховьях ручьев Катамор и Мартышкин, в бассейне р. Шушь.

Свита представлена зеленокаменно измененными основными (метабаазальты) и кислыми (метариодациты, метариолиты, метариолиты фельзитовые и др.) эффузивами, их метатүфами, кремнистыми породами, метапесчаниками, метаалевролитами, филлитами хлоритсодержащими. Характерны резкие фациальные замещения пород в разрезах свиты (рис. 13). Подстилающие отложения не вскрыты. Общая мощность нижнемонокской свиты – 3630 м.

Фрагмент разреза нижнемонокской свиты, составленный по правому борту р. Дехановка, имеет следующий вид (разрез 27) (снизу вверх) (рис. 13):

1. Метабаазальты темно-серые с зеленоватым оттенком, мелкозернистые пористые (размеры пор от 0,5–1 до 2–3 мм), миндалекаменные (миндалины выполнены кварцем). Породы хлоритизированы и интенсивно трещиноваты. В основании разреза присутствуют перлиты (мощность 5–7 м) светлые, серо-зеленые мелкозернистые пористые (размер пор 1–2 мм), разбитые многочисленными трещинами	25
2. Измененные эффузивы кислого состава (плагиориолиты?) темно-серые мелкозернистые до скрытокристаллических, плотные, массивные, сильно окварцованные	100
3. Метабаазальты темные с зеленоватым оттенком, мелкозернистые пористые (размеры пор от 0,5–1 мм до 2–3 мм), в целом миндалекаменные. Породы хлоритизированы и интенсивно трещиноватые. В основании слоя – перлиты (мощность 20–30 м) светлые, серо-зеленые мелкозернистые пористые (размер пор 1–2 мм)	400
Задерновано 425 м.	
4. Измененные эффузивы кислого состава (плагиориолиты?), аналогичные слою 2	400
5. Перлиты светлые серо-зеленые мелкозернистые пористые (размер пор 1–2 мм), интенсивно хлоритизированные, сильнотрещиноватые	25
6. Измененные эффузивы кислого состава (плагиориолиты?) темно-серые мелкозернистые до скрытокристаллических, плотные, массивные, окварцованные	70
7. Метабаазальты хлорит-эпидот-кварцевые темно-серые с зеленоватым оттенком, мелкозернистые, массивные и пористые, миндалекаменные. Миндалины выполнены ярким светло-зеленым хлоритом и эпидотом	30
8. Метаплагиодациты темно-серые мелко-среднезернистые порфиоровые (до 30 %), сильно окварцованные, крепкие. Размер вкрапленников 0,5–1 см, замещены ярким светло-зеленым хлоритом. Встречаются мелкие гнезда рудных минералов, медная зелень	450
9. Метаплагиориолиты лилово-серые и зеленоватые, мелко-среднезернистые, однородные. Во вкрапленниках (размер 1–2 мм) светло-зеленый хлорит, эпидот	50
10. Метариодациты серо-зеленые мелкозернистые, мелкопористые. Породы выветрелые, расланцованные, трещиноватые	175
11. Метабаазальты серо-зеленые мелкозернистые, с крупными (до 2 см) вкрапленниками (до 2 см), замещенными хлоритом и эпидотом. В породе отмечается обильная минерализация гематита в виде гнезд	125
12. Метабаазальты миндалекаменные серовато-зеленого цвета, мелкозернистые до скрытокристаллических. Крупные вкрапленники (диаметр 1–1,5 см) замещены хлоритом и эпидотом. Порода пронизана прожилками (до 2 см) белого молочного кварца, по которым развивается незначительная сульфидная минерализация	75
Задерновано 75 м.	
13. Метабаазальты миндалекаменные серовато-зеленые мелкозернистые до скрытокристаллических. Во вкрапленниках (до 2 см) – хлорит и эпидот, прожилки (до 2 см) белого молочного кварца	50

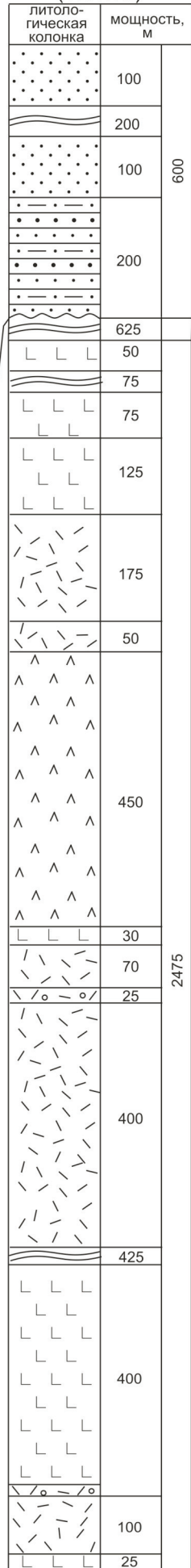
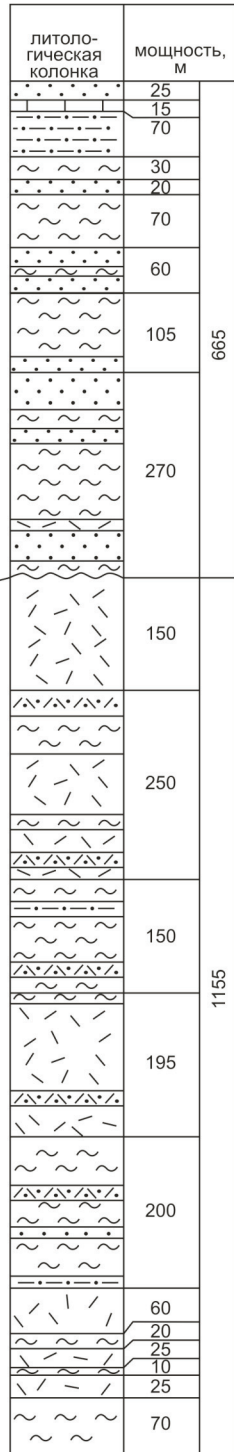
Мощность нижнемонокской свиты в разрезе – 2475 м.

В восточной части территории листа по правому берегу р. Бол. Шушь (от устья руч. Касканак на севере до устья руч. Таловка на юге) разрез нижней части нижнемонокской свиты представлен переслаиванием метариолитов темно-зеленых афанитовых с небольшими телами (5 × 10 см) вишнево-красных яшмовидных кварцитов, метабаазальтов темно-зеленых афанитовых, участками с шаровой отдельностью, андезибазальтов и метатүфов желтовато-зеленых мелкозернистых. Мощность по разрезу – около 2500 м.

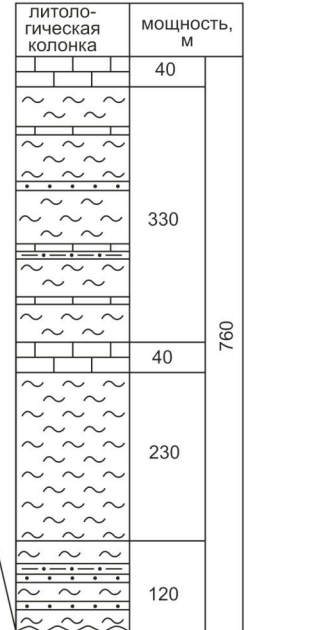
Разрез 27
 Правый борт р. Дехановка
 (2012 г.)

ОТДЕЛ	ЯРУС	НАДГОРИЗОНТ, ГОРИЗОНТ	СВИТА
КЕМБРИЙ	БОТОМСКИЙ	САНАШТЫГОЛЬСКИЙ	ВЕРХНЕМОНОКСКАЯ (Ф, Vm)
НИЖНИЙ	АТДАБАНСКИЙ	БАЗАИХСКИЙ	НИЖНЕМОНОКСКАЯ (Ф, Vm)

Разрез 21–22
 дер. Сред. Шушь
 (Минаев, 1964ф;
 Хомичев и др., 2005)



Разрез 28
 Левый борт
 руч. Степанов
 (Минаев, 1961ф)



Масштаб 1 : 10 000

Рис. 13. Схема корреляции разрезов нижнемонокской и верхнемонокской свит раннего кембрия.

В верхней части свиты, которая Б. М. Минаевым [57ф] относилась к нижней подсвите верхнемонокской свиты, характерно увеличение в разрезе вулканогенно-осадочных пород и ослабление роли эффузивов основного состава. Соотношение пород по простиранию несколько меняется, но обычно преобладают филлиты. В истоках р. Уй, по данным В. М. Минаева, среди филлитов встречаются прослои грубозернистых туфопесчаников и мелкогалечных туфоконгломератов. Мощность верхней части свиты – менее 1155 м.

Разрез 21–22 ([58ф], разрез В–Г) верхней части свиты в районе дер. Средняя Шушь (снизу вверх) (рис. 13):

1. Филлиты хлоритсодержащие зеленовато-серые тонкорассланцованные. Рассланцовка: аз пад. 175°, < 45–55°	70
2. Метариолиты зеленовато-серые, преимущественно афанитовой структуры	25
3. Филлиты хлоритсодержащие зеленовато-серые	10
4. Метариолиты(?) зеленовато-серые афанитовой структуры	25
5. Внизу туфопесчаники зеленовато-серые с прослоями филлитов темно-зеленых, сверху филлиты грязно-зеленого цвета, плейчатые тонкорассланцованные с маломощными линзочками кварц-карбонатного состава	20
6. Метариолиты зеленовато-серые афанитовой структуры с прослоем (2 м) метапесчаника зеленовато-серого мелкозернистого	60
7. Филлиты хлоритсодержащие темно-зеленые, зеленовато-серые, серовато-зеленые с маломощными прослоями (до 2–6 м) метатуфов и метапесчаников зеленовато-серых мелкозернистых, участками с желваками и линзочками кварца; в нижней части свиты – горизонт мощностью 22 м метаалевролитов окремненных светло-серых рассланцованных	200
8. Метариолиты темно-зеленовато-серые и зеленовато-серые афанитовые с горизонтами метатуфов зеленовато-серых, редко с линзами и прожилками кварц-карбонатного состава	195
9. Филлиты хлоритсодержащие желтовато-серые и зеленовато-серые тонкорассланцованные, переслаивающиеся с метатуфами зеленовато-серыми мелко- и среднезернистыми и метаалевролитами окремненными серыми полосчатыми	150
10. Метариолиты зеленовато-серые афанитовые с горизонтами метатуфов зеленовато-серых мелкозернистых и сланцев хлорит-глинистых зеленовато-серых с редкими телами (до 40 см) яшмовидных кварцитов мясо-красного или темно-серого цвета	250
11. Метариолиты зеленовато-серые массивные	150

Итого по разрезу – 1155 м.

Метабазальты широко распространены в нижней части свиты. Это зеленокаменно измененные породы, с мелкозернистой структурой и миндалекаменной текстурой. Миндалины выполнены карбонатом, эпидотом или кварцем и имеют размер до 3–6 мм. Структура породы афировая или порфировая, структура основной массы лепидогранобластовая, текстура миндалекаменная. Количество миндалин достигает 20 % и более. Основная масса состоит из беспорядочно расположенных микролитов слабо серицитизированного альбита, промежутки между которыми выполнены продуктами разложения вулканического стекла.

Метариолиты – породы темно-серого с оттенками зеленого, иногда лилового цвета, тонкозернистого или афанитового сложения, встречаются порфировые и гломеропорфиновые разновидности. В последних содержание вкрапленников кварца составляет более 20 %. Они идиоморфные, округлые, иногда слегка оплавленные. Вкрапленники плагиоклаза An_{2-7} имеют таблитчатую идиоморфную форму, распределены равномерно или образуют гломеропорфировые сростания. По структуре основной массы выделяется несколько разновидностей метариолитов: со сферолитовой структурой и фельзитовой основной массой. Сферолиты овальные или округлые радиального строения, плотно примыкают друг к другу или разделены агрегатом чешуек светло-зеленого хлорита с пылеобразным магнетитом. Во втором случае основная масса породы фельзитовая, от микро- до макрозернистой аплитовидной. Текстура массивная, реже флюидально-полосчатая. Миндалекаменные разновидности встречаются не часто. Мелкие миндалины выполнены кварцем, халцедоном, хлоритом, с примесью кальцита.

Метаплагиориолитами названы породы лилово-серого и зеленоватого цветов, порфировой структуры и массивной текстуры. Фенокристаллы (10 % породы) представлены плагиоклазом N_{0-10} и кварцем. Размер вкрапленников – 0,6–2 мм. Плагиоклаз замещен серицитом, в меньшей степени хлоритом и эпидотом. Основная масса состоит (%) из неправильных зерен кварца (40), тонких микролитов плагиоклаза (40), листочков бледно-зеленого хлорита (5), рудного минерала (4) и зерен лейкоксенизированного минерала комковатой формы (1).

Метаплагиодациты – породы зеленовато-серые и светло-серые массивные, с вкрапленниками плагиоклаза N_{25-35} , обычно замещенного серицитом, а также амфиболом, биотитом, редко

кварца и пироксена. Основная масса сложена такими же минералами. Из рудных встречается магнетит.

Метатуфы кислых эффузивов встречаются в виде тел неправильной формы. Породы зеленовато-серые полосчатые, структура литокристаллокластическая псефитовая или псаммитовая. Обломки сложены альбитом, кварцем и метариолитами. Цемент (25 %) представлен альбитом, реже кварцем, по которым развивается серицит.

Туфопесчаники имеют разнозернистую структуру. Кластический материал составляет 70 % объема породы и представлен угловатыми и окатанными обломками альбита (30 %), кварца (30 %), кальцита (10 %), эффузивов (20 %), алевролита (10 %). Размер обломков – 0,2–2,0 мм. Песчано-глинистый цемент интенсивно хлоритизирован.

Филлиты – метаморфизованные осадочные породы темно-серого, зеленовато-серого, редко желтовато-серого цвета, тонкорассланцованные, участками окремненные и карбонатизированные. Они состоят из реликтов пелитовых частиц, чешуек хлорита, иногда серицита. Структура бластопелитовая, текстура сланцеватая.

Сланцы серицит-кварцевые – зеленовато-серые полосчатые породы, обычно плейчатые. Составляют (%) из кварца (60), серицита (35), биотита (3), псевдоморфоз лимонита по пириту (1), лейкоксена и хлорита (1).

Метапесчаники в виде маломощных прослоев (3–15 м) встречаются редко и представлены породами светло-зеленовато-серого цвета мелкозернистыми и тонкоплитчатыми. Микроструктура разнозернистая, текстура сланцеватая, цемент базальный. Песчаник состоит из мелких (0,2–2,0 мм) угловатых и полуокатанных обломков кварца, серицитизированного и пелитизированного плагиоклаза и мелкочешуйчатых скоплений зеленого глауконита, которые связаны хлорит-серицит-карбонатным цементом.

Метаалевролиты окремненные – светло-серые, иногда шоколадно-серые, крепкие, рассланцованные породы. Они встречаются в виде редких прослоев от 5 до 30 м мощностью.

Кварциты – темно-бурые и темно-вишневые породы тонкозернистой структуры и иногда полосчатой текстуры. Полосчатость образована чередованием черных и темно-вишневых прослоев мощностью до 1 см.

Яшмы (яшмоподобные кварциты) встречаются среди эффузивов в виде тел размером до 3 × 2 м. Это вишнево- или кирпично-красные породы с раковистым изломом.

Плотность пород нижнемонокской свиты распределяется в интервале 2,84–2,88 г/см³ для массивных разностей и 2,65–2,77 г/см³ для миндалекаменных. Кислые эффузивы и их туфы имеют плотность 2,54–2,77 г/см³. Породы относятся к группе слабомагнитных пород со средней магнитной восприимчивостью 50×10^{-5} ед. СИ и остаточной намагниченностью равной 150×10^{-3} А/м.

Радиоактивность основных эффузивов составляет 5–7 мкР/ч, их туфов – 6–7 мкР/ч, кислых эффузивов и их туфов – 6–7 мкР/ч.

В гравитационном поле находит отражение развитие вулканогенных пород (2–6 МГал). С северной стороны их расположения наблюдается гравитационная ступень.

Нижнемонокская свита (метабазальты) имеет халько-литофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов в известняках свиты близки к породным кларкам. Отмечается бериллия в 8 раз выше кларка, а хрома в 16 раз, титана и никеля в 8 раз, ванадия в 7 раз, бария в 6 раз, галлия и лития в 4 раза, циркония, меди, кобальта, свинца, марганца и фосфора в 3 раза, иттрия и олова в 2 раза ниже кларка (прил. 13).

Химический состав базальтоидов нижней части нижнемонокской свиты (прил. 12) соответствует базальтам нормальной щелочности (рис. 14). Единичные образцы близки к умереннощелочным разновидностям за счет повышенных содержаний Na₂O. Соотношения CaO/Na₂O свидетельствуют об отсутствии процессов спилитизации (рис. 15), весьма характерных для раннекембрийского вулканизма Алтае-Саянской области. Базальты отличаются пониженными общей щелочностью (сумма щелочей 3–4,5 %) и глиноземистостью (Al₂O₃ = 12–15 %), низкими концентрациями титана (TiO₂ = 0,5–0,9 %), фосфора (P₂O₅ = 0,05–0,15 %), калия (K₂O = 0,1–0,5 %) и повышенными содержаниями магния (MgO = 7–12 %), что определяет их принадлежность к толеитовой серии (рис. 16, 17, 18). В отдельных образцах фиксируются нехарактерные для толеитов в целом и базальтов нижнемонокской свиты в частности повышенные глиноземистость (до 18 % Al₂O₃), фосфористость (до 0,2–0,25 % P₂O₅) и титанистость (до 1,2–1,3 % TiO₂). Состав пород в целом близок к современным толеитам островных вулканических дуг (рис. 19, 20). Их формирование связано с заложением и начальными этапами развития нижнекембрийской Алтае-Северо-Саянской островодужной системы [1].

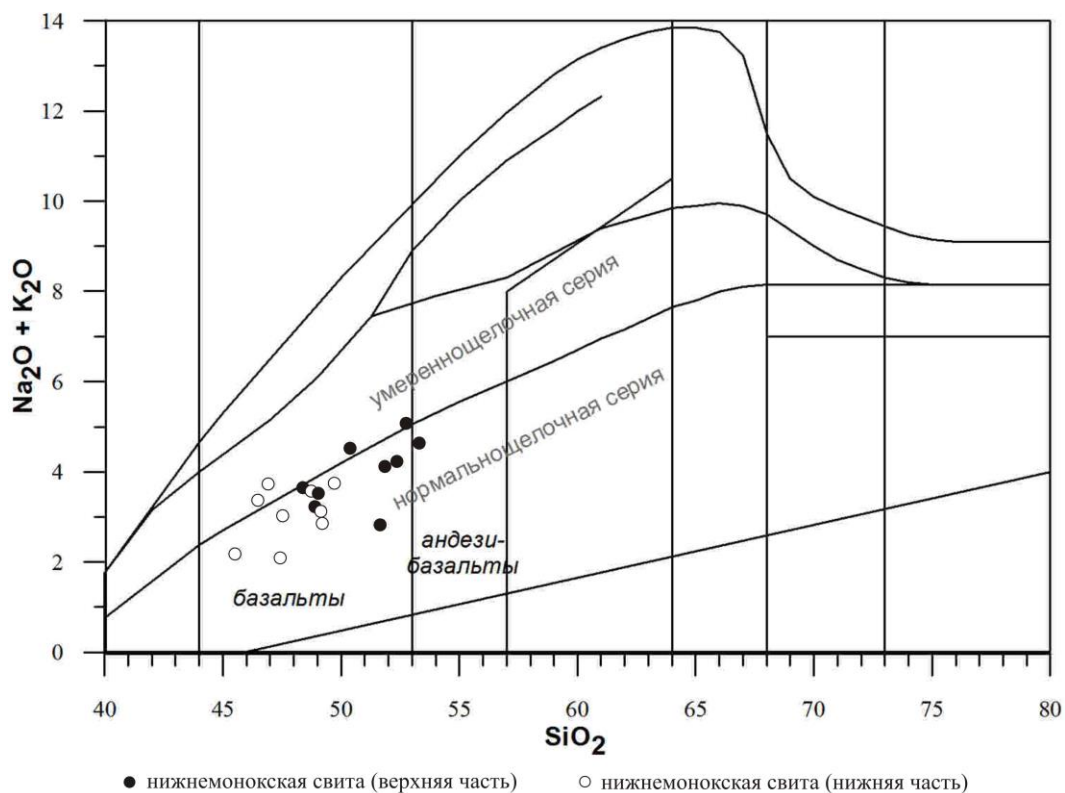


Рис. 14. Диаграмма TAS для базальтоидов нижнемонокской свиты раннего кембрия.

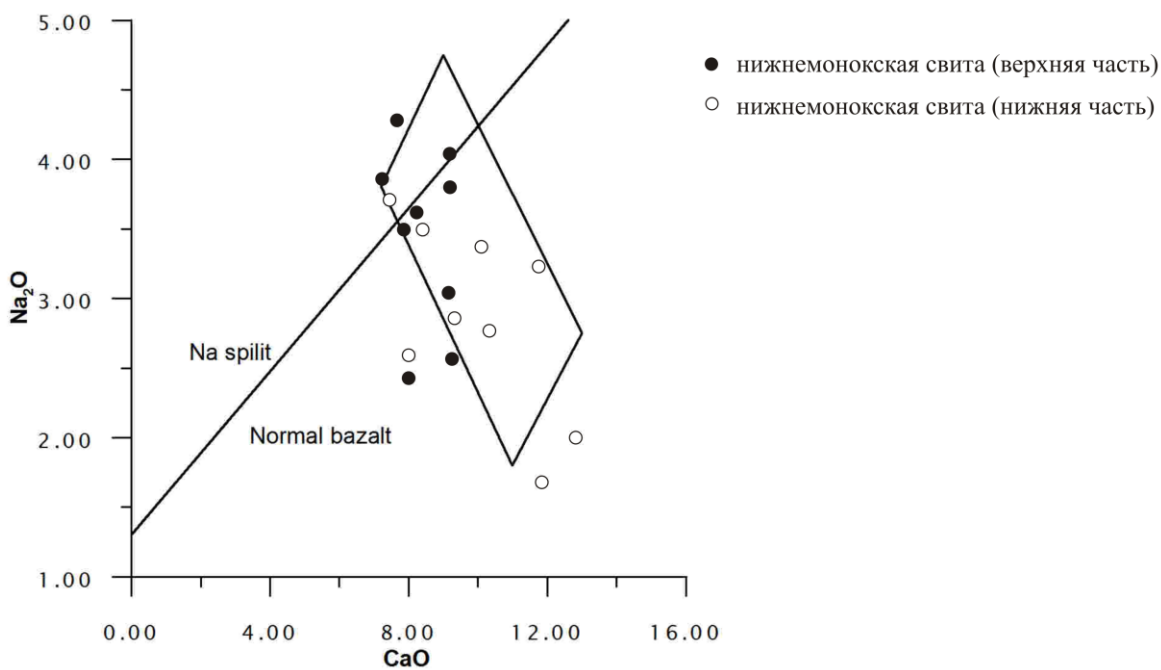


Рис. 15. Диаграмма $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}$ для базальтоидов нижнемонокской свиты раннего кембрия.

Диагональная линия делит области спилитизированных и неизмененных базальтов по Graham, 1976; Stillam and Williams, 1979. Прямоугольником ограничена область неизмененных базальтов по Stephens, 1982; Stillam and Williams, 1979.

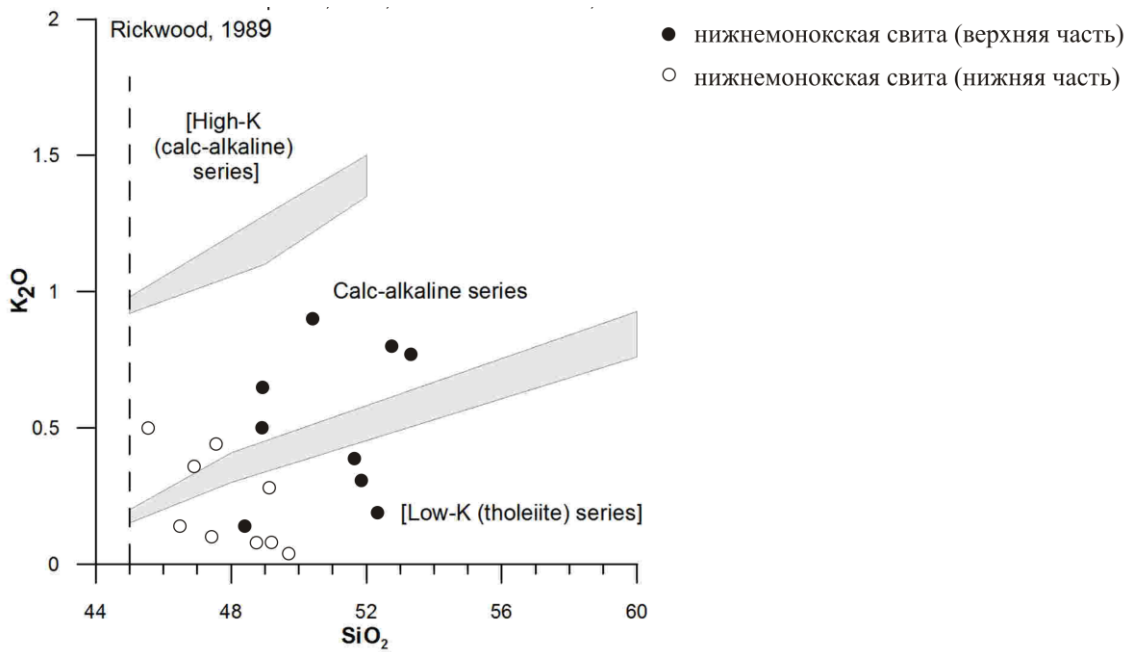


Рис. 16. Диаграмма SiO_2 – K_2O (Rickwood, 1989) для базальтоидов нижнемонокской свиты раннего кембрия. Закрашенные поля – интервалы границ между сериями, по данным разных авторов.

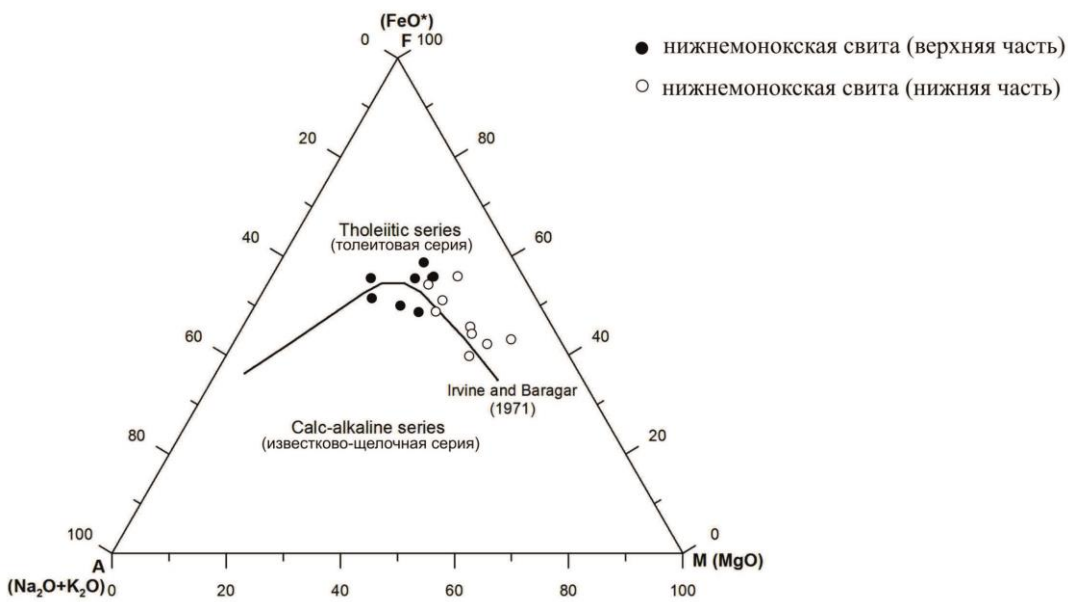
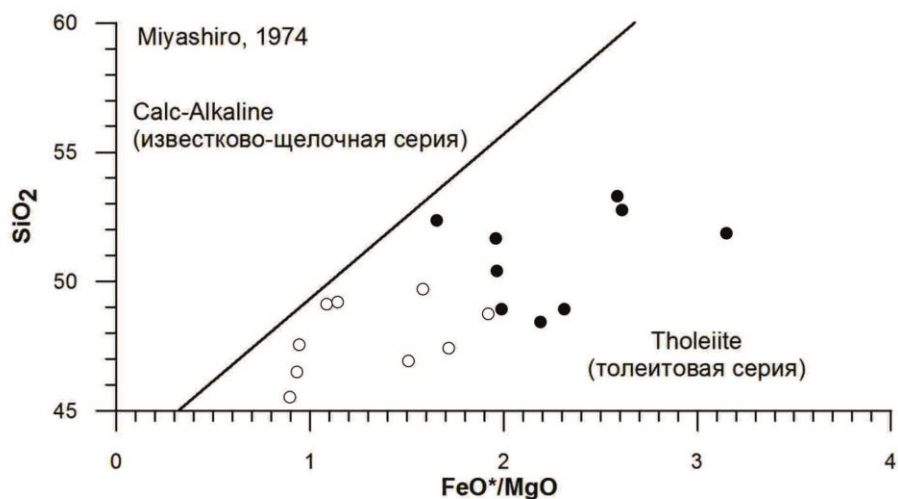


Рис. 17. Диаграмма АФМ для базальтоидов нижнемонокской свиты раннего кембрия.

Разделительная линия между толеитовой и известково-щелочной сериями по Irvine and Baragar, 1971. FeO^* – железо общее в пересчете на FeO



- нижнемонокская свита (верхняя часть)
- нижнемонокская свита (нижняя часть)
- Разделительная линия между толеитовой и известково-щелочной сериями по Irvine and Baragar, 1971.

Рис. 18. Диаграмма SiO₂-FeO*/MgO (Miyashiro, 1974) для базальтоидов нижнемонокской свиты раннего кембрия.

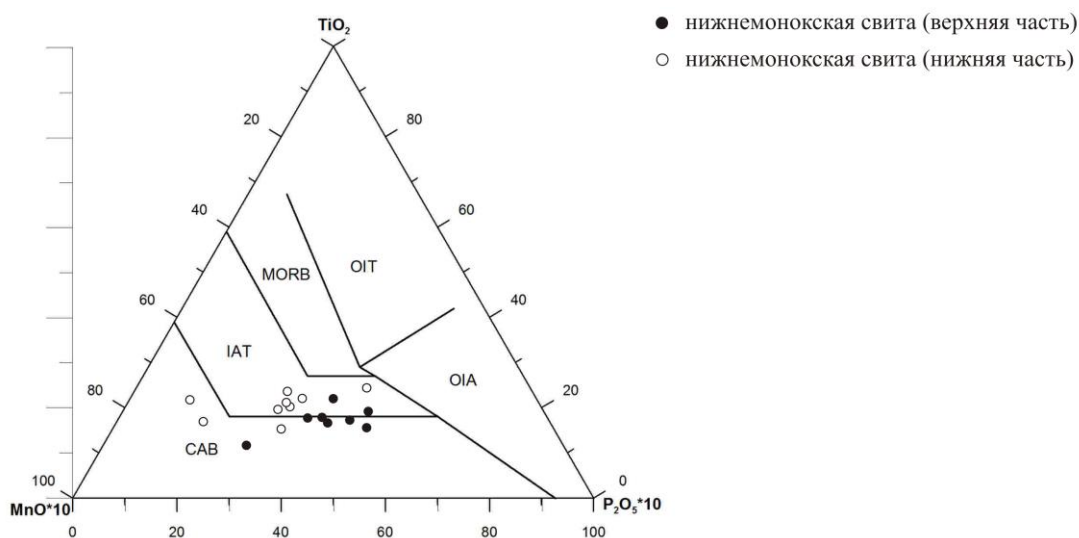


Рис. 19. Дискриминационная диаграмма MnO-TiO₂-P₂O₅ (Mullen, 1983) для базальтоидов нижнемонокской свиты раннего кембрия.

CAB – известково-щелочные базальты; IAT – толеиты островных вулканических дуг; MORB – базальты срединно-океанических хребтов; OIT – толеиты океанических островов; OIA – щелочные базальты океанических островов.

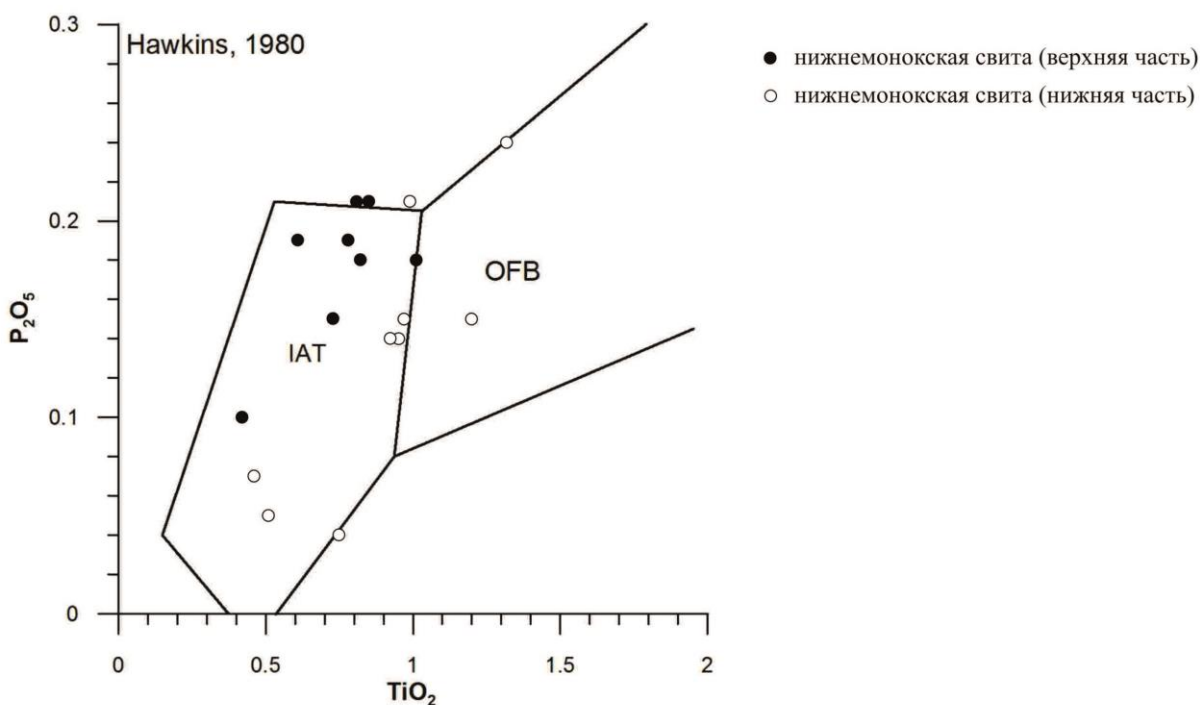


Рис. 20. Диаграмма P_2O_5 – TiO_2 (Hawkins, 1980) для базальтоидов нижнемонокской свиты раннего кембрия. IAT – толитоидовые базальты островных вулканических дуг; OFB – базальты океанического дна.

Составы вулканических пород верхней части нижнемонокской свиты (прил. 12) соответствуют лейкократовым базальтам, редко андезибазальтам нормальной щелочности (рис. 14). По сравнению с базальтами нижней части нижнемонокской свиты в них отмечается увеличение глиноземистости ($Al_2O_3 = 17–18\%$) и кремнистости ($SiO_2 = 49–53\%$), повышение содержания титана ($TiO_2 = 0,7–1,25\%$), фосфора ($P_2O_5 = 0,15–0,2\%$) и калия ($K_2O = 0,4–0,8\%$), при одновременном снижении концентраций магния ($MgO = 3–5\%$). Фиксируется резкий рост соотношения окисного железа к закисному, что согласуется с красноцветным (субаэральным) характером вулканитов. Среди базальтоидов присутствуют как представители толитоидовой, так и известково-щелочной серий (рис. 16, 17, 18). Породы близки по составу к образованиям современных островных вулканических дуг, среди которых заметную роль играют известково-щелочные образования (рис. 19, 20). Их проявление фиксирует второй, более зрелый этап развития и гомодромную эволюцию магматизма раннекембрийской Алтае-Северосаянской островодужной системы [2].

Нижнемонокская свита содержит линзы яшм, пригодных для использования в качестве декоративно-поделочного камня. Эффузивы пригодны для производства щебня. С формированием нижнемонокского риолит-базальтового комплекса связано медноколчеданное оруденение.

Органические остатки в отложениях свиты представлены спикулами губок в кремнистых породах. Эти окаменелости известны с венда, однако в этой системе они редки. Массовое появление скелетных элементов губок связывают с началом кембрия.

Верхнемонокская свита (*Є₁т*) выделена А. Г. Сивовым в 1955 г. Стратотип расположен по руч. Герасимов, левому притоку р. Мал. Монок.

Отложения свиты протягиваются в широтном направлении полосой до 1,5–2 км шириной вдоль Северо-Саянского надвига. На отдельных участках верхнемонокская свита скрыта под мощным (до 15–20 м) чехлом рыхлых отложений.

Свита сложена метапесчаниками зеленовато-серыми, метагравелитами бурыми, мраморизованными известняками темно-серыми, филлитами хлоритсодержащими, кремнистыми породами. Характерно присутствие прослоев фиолетовых метаалевролитов. В нижней части присутствуют единичные маломощные прослои метариолитов. Мощность колеблется от 500 до 1000 м.

Соотношения данной свиты с подстилающими отложениями нижнемонокской свиты приняты несогласными [60ф]. В западных разрезах граница между свитами проводится по появлению

нию в разрезе карбонатных осадков и нередко начинается пластом (50–60 м) линзующихся мраморизованных известняков. В восточном направлении известняки исчезают из разреза. Последние их обнажения наблюдаются в приустьевой части р. Сизая по обоим ее бортам, где слагают пачку 80 м мощностью. После исчезновения из разреза пачек кислых эффузивов при отсутствии известняков свита начинается с метатупофоспесчаников или филлитов. Граница с породами Северо-Саянского (Изыхского) офиолитового пояса – повсеместно тектоническая.

Свита характеризуется неустойчивым фаціальным профилем (рис. 13).

В крайних западных разрезах (бассейн р. Дехановка) она представлена преимущественно осадочными породами: метапесчаниками, метагравелитами, метаалевролитами, мраморизованными известняками с преобладанием более грубых разностей.

По правому борту р. Дехановка, в разрезе 27 (рис. 13), в его нижней части наблюдается чередование полимиктовых метапесчаников серо-зеленого цвета, среднезернистых с темно-серыми метаалевролитами и со средне-крупнозернистыми метагравелитами (200 м), которые сменяются выше по разрезу полимиктовыми гравелитами (100 м) на карбонатном цементе с редкой слабоокатанной галькой (размер гальки до 4 мм) серого цвета. В обломках кварц, полевой шпат, метабазальты, андезибазальты, метариолиты. Выше после значительного перерыва в обнаженности (200 м) разрез наращивается метапесчаниками полимиктовыми зеленовато-серого цвета, крупно-грубозернистыми (100 м). Мощность по разрезу – не менее 600 м.

Восточнее, в разрезе 28 ([57ф], разрез Ж–3) по левому борту долины руч. Степанов увеличивается количество более тонких терригенных пород (снизу вверх) (рис. 13):

1. Переслаивание филлитов с метаалевропесчаниками и зеленовато-серыми мелкозернистыми метапесчаниками	120
2. Филлиты хлоритсодержащие зеленовато-серые, местами окремненные	230
3. Мраморизованные известняки слоистые	40
4. Метаалевропесчаники окремненные и карбонатизированные с прослоями метапесчаников, мраморизованных известняков и фиолетовых метаалевролитов окремненных	330
5. Мраморизованные известняки серые слоистые	40

Мощность по разрезу – 760 м.

Далее на восток, в окрестностях дер. Средняя Шушь в свите появляются в значительном количестве метапесчаники. Разрез 21–22 [58ф, разрез В–Г] (снизу вверх) (рис. 13):

1. Филлиты серицит-хлоритовые темно-зеленые тонкорассланцованные, иногда с неравномерной вкрапленностью гематита, переслаивающиеся с метапесчаниками серыми и зеленовато-серыми мелкозернистыми до разномасштабными; редкие маломощные (первые метры) прослои метариолитов зеленовато-серых афанитовых массивных. В конце интервала – тело крупнозернистого амфиболитового габбро мощностью 4 м. Контакт с метариолитами нижнемонокской свиты четкий	270
2. Филлиты серицит-хлоритовые зеленовато-серые, с фиолетовым оттенком, с маломощными прослоями метапесчаников коричневых и желтовато-коричневых, в нижней части – горизонт метатупофоспесчаников (20 м) серовато-коричневого цвета тонкорассланцованных, слегка осветленных, участками окремненных, мелкозернистых (с частыми зернами), с прожилками и редкими жилками кварца белого цвета	105
3. Метапесчаники желтовато-коричневые, серые, зеленовато-серые мелко- среднезернистые с прослоями (1–7 м) филлитов зеленовато-серого цвета	60
4. Филлиты серицит-хлоритовые зеленовато-серые тонкорассланцованные	70
5. Метапесчаники желтовато-серые и зеленовато-серые мелко-грубозернистые	20
6. Филлиты серицит-хлоритовые серовато-зеленые тонкорассланцованные	30
7. Метаалевролиты окремненные светло-серого цвета, тонкорассланцованные с линзами бурых железняков	38
8. Филлиты серицит-хлоритовые серые	7
9. Метаалевролиты окремненные темно-фиолетовые тонкорассланцованные	25
10. Известняки серые скрытокристаллические полосчатые. Полосчатость обусловлена чередованием прослоев темно-коричневого и темно-серого цветов	15
11. Метапесчаники зеленовато-серые среднезернистые	25

Мощность по разрезу – 665 м.

Метапесчаники – желтовато-коричневые, серые, зеленовато-серые породы с псаммитовой структурой. Кластический материал слагает 70 % объема породы, представлен угловатыми и окатанными обломками альбита (30 %), кварца (30 %), кальцита (10 %), эффузивов (15 %),

алевролита (10 %). Размер обломков колеблется от 0,2 до 2,0 мм. Песчано-глинистый цемент интенсивно хлоритизирован и эпидотизирован, частично серицитизирован.

Известняки сложены преимущественно зернами кальцита неправильной формы, редкими зернами кварца и альбита, сцементированными тонкозернистым карбонатом.

Филлиты и окремненные метаалевролиты аналогичны тем, что встречаются в нижнемонокской свите.

Метариолиты аналогичны тем, что встречаются в нижнемонокской свите.

Верхнемонокская свита (метапесчаники, метагравелиты, известняки) имеет халько-литофильную геохимическую специализацию. Содержания части элементов в известняках близки к породным кларкам, однако бария и олова в 2 раза, бериллия и молибдена в 3 раза, ниобия в 7 раз выше кларка, а никеля в 20 раз, титана в 12 раз, фосфора в 10 раз, меди в 7 раз, хрома в 5 раз, галлия и бора в 4 раза, лития в 3 раза, цинка в 2 раза ниже кларка. Содержания основных элементов в метапесчаниках, метагравелитах, метаалевролитах свиты близки к породным кларкам, причем цинк в 2 раза превышает кларк, а литий в 16 раз, барий в 14 раз, свинец в 7 раз, ниобий и олово в 5 раз, галлий, иттрий и цирконий в 4 раза ниже кларка (прил. 13).

Органические остатки, по предположению авторов, принадлежащие к верхнемонокской свите, обнаружены в левом борту р. Антоновка (левый приток р. Мал. Шушь) в обломках известняков из неоплейстоценовых аллювиально-пролювиальных осадков. Они представлены водорослями: *Razumovskia hispida* Korde, *R. cf. ethmoidale* Drozd, *Epiphyton frondosum* Korde раннекембрийского возраста (сборы И. Н. Дятловой, заключение О. В. Сосновской). Вне территории листа в свите известны находки археоциат санаштыкгольского горизонта. Возраст верхнемонокской свиты – раннекембрийский.

Чеханская свита (Čh) выделена К. Н. Конюшковым в 1966 г. Стратотип расположен на водоразделе р. Чехан и истоков р. Канжунь за территорией листа.

Отложения свиты рассматривались Н. Н. Херасковым [4] в составе среднего–верхнего отделов кембрия, Б. М. Минаевым [57ф, 58ф] – верхней подсвиты верхнемонокской свиты, В. В. Беззубцевым [9] – чеханской свиты.

На площади к свите отнесено поле преимущественно осадочных образований в верхнем течении р. Дехановка.

Свита сложена метапесчаниками и метатуфопесчаниками серо- и зеленоцветными, филлитами серицит-хлоритовыми, сланцами альбит-серицит-кварцевыми. В небольшом количестве отмечаются темные мраморизованные известняки, метабазалты и метариодациты. Мощность – менее 700 м.

С подстилающими отложениями верхнемонокской свиты и породами Северо-Саянского (Изыхского) офиолитового пояса свита имеет тектонические контакты.

Разрез свиты в междуречье ручьев Садан и Тёплый (бассейн р. Дехановка) по шурфам представлен метапесчаниками полимиктовыми серо-зелеными мелко- и среднезернистыми массивными (до 35 %), филлитами серицит-хлоритовыми серо-зелеными и сланцами альбит-серицит-кварцевыми светло-серо-желтыми (до 30 %), метатуфопесчаниками полимиктовыми серо-зелеными мелкозернистыми с примесью туфогенного пеплового материала (15 %), метабазалтами серо-зелеными мелкозернистыми рассланцованными и хлоритизированными (9 %), метариодацитами светло-серыми мелкозернистыми массивными (9 %), известняками мраморизованными темно-серыми тонкослоистыми (2 %).

Метапесчаники – зеленовато-серые породы псаммитовой структуры. Кластический материал представлен угловатыми и окатанными обломками альбита (30 %), кварца (30 %), кальцита (15 %), эффузивов (15 %) и алевролитов (10 %). Цемент песчано-глинистый (30 % от общей массы) хлоритизирован и серицитизирован.

Филлиты серицит-хлоритовые – серые, зеленовато-серые, коричневые и буро-красные тонкорассланцованные породы с мелкозернистой структурой и полосчатой текстурой, состоящие из мелкочешуйчатых агрегатов серицита, хлорита, зерен кварца и кальцита.

Сланцы альбит-серицит-кварцевые имеют светлый серо-зеленоватый или желтоватый цвет, реликтовую алевритовую структуру, сланцеватую и листоватую текстуру. Минеральный состав породы (%): кварц – 35, серицит – 25, альбит – 20, хлорит – 15, эпидот – 4, пирит лимонитизированный – 1, апатит, титанит, лейкоксен – единичные зерна. В породе четко выступают следы исходной алевритовой структуры, благодаря расположению, форме и размерам (0,01–0,05 мм) зернышек кварца и альбита.

Метатуфопесчаники – серо-зеленые породы псаммитовой структуры и нечеткой параллельной текстуры. Обломки (85 % породы) представлены плагиоклазом (35 %), кварцем (20 %), эпидотом (15 %), фрагментами эффузивных пород (30 %) – базальтами и андезитами. Цемент (15 %) пленочный, сложенный карбонатом, хлоритом, серицитом, эпидотом, лейкоксеном, зернами кварца и альбита алевритовой размерности. Обломочный материал не сортирован. Обломки окатанные, полуокатанные и остроугольные. Остроугольные причудливой вытянутой формы зерна кварца и плагиоклаза, являются пепловым материалом кислого состава.

Метабазальты – породы серо-зеленого цвета с реликтовой порфирированной структурой и сланцеватой текстурой, сложенные реликтами вкрапленников плагиоклаза (30 %) и хлоритизированным базисом (70 %) с фрагментами зерен плагиоклаза и вторичными минералами: эпидотом, серицитом, лейкоксеном, рудными минералами и кварцем.

Метариодациты имеют светлый цвет и реликтовую порфирированную структуру с микрозернистой фельзитовой основной массой и массивную текстуру. Минеральный состав представлен вкрапленниками плагиоклаза (70 %) и кварца (30 %) и основной массой (70 % объема породы) в виде мелкозернистых кварц-полевошпатовых обособлений и эпидот-хлоритовой массы.

Плотность пород чеханской свиты варьирует в широких пределах от 2,25 до 3,74 г/см³, при средневзвешенном ее значении – 2,75 г/см³, средняя магнитная восприимчивость – 75×10^{-5} ед. СИ при колебании значений от 0,5 до 4510×10^{-5} ед. СИ, остаточная намагниченность – 10×10^{-3} А/м при колебании от 0,5–6880 $\times 10^{-3}$ А/м.

Чеханская свита (метапесчаники, сланцы) имеет сидеро-лито-халькофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов близки к породным кларкам. Содержание цинка, фосфора и ванадия в 2 раза выше, а свинца, лития и бария в 6 раз, титана и ниобия в 5 раз, никеля и циркония в 4 раза, хрома в 3 раза ниже кларка (прил. 13).

Органические остатки в чеханской свите не обнаружены. Вне листа в ее отложениях встречаются окаменелости нижнего кембрия, в частности солонцовского подгоризонта тойонского яруса. В связи с этим возраст свиты определяется раннекембрийским.

Центрально-Саянская СФЗ

Джебашско-Амьельская СФЗ

Буйбинская толща (С_{bb}) выделена В. Д. Зальцманом и др. в 1994 г. Стратотип выбран по р. Ниж. Буйба. Условно валидное подразделение [60ф]. Первоначально ее отложения были описаны А. Г. Сивовым в 1941 г. в составе буйбинской серии [50ф]. На площади листа она включалась в иньсукскую свиту условно нижнего ордовика [49ф].

Породы толщи слагают узкую полосу выходов по левому и правому (преимущественно) берегам р. Енисей и ее притокам в юго-западной части территории листа, вдоль Голованского взброса. По правому борту они протягиваются от приустьевой части р. Абдыр на западе до верховой р. Кабанова на востоке.

Толща имеет флишоидное строение и представлена тонкообломочными зеленоцветными породами: зелено-серыми, зелеными и темно-серыми мелко- и среднезернистыми метапесчаниками, метаалевропесчаниками, метаалевролитами и метаалевропелитами, серицит-кварцевыми, хлорит-кварцевыми, серицит-хлорит-кварцевыми филлитами (12 %), лиловыми гематит-содержащими серицит-кварцевыми филлитами. Встречаются единичные линзовидные прослои крупно-грубозернистых метапесчаников и метатравелитов. Соотношения толщи с подстилающими венд-кембрийскими отложениями тектонические.

В разрезе толщи выделяют две части: нижнюю – метатерригенную, песчано-сланцевую, и верхнюю – существенно песчанистую [49ф], отличающиеся по соотношению пород и степени их метаморфизма. Породы нижней части вскрываются в прибрежной части р. Енисей. Их строение характеризуется тонким ритмичным чередованием зелено-серых и зеленых мелкозернистых тонкоплитчатых метапесчаников (40–45 %) и метаалевропесчаников (30–35 %), зеленых, зелено-серых, серых и темно-серых (15 %), лилово-серых и лилово-коричневых (10 %) метаалевролитов. Встречаются линзовидные прослои мощностью 3–5 м метатравелитов и грубозернистых метапесчаников (1–1,5 %). Мощность не превышает 400 м.

Отложения верхней части буйбинской толщи располагаются в прибрежной части р. Енисей юго-восточнее отложений нижней части и имеют с ней дизъюнктивный контакт. Узкая полоса их выходов протягивается на восток до верховой р. Кабанова. Они представлены однообразными

зеленоцветными мелко- и мелко-среднезернистыми полевошпат-кварцевыми полимиктовыми метапесчаниками (более 75 %), зелеными метаалевролитами (5 %), серыми и зеленовато-серыми серицит-кварцевыми, хлорит-кварцевыми, серицит-хлорит-кварцевыми филлитами (12 %), лиловыми гематитсодержащими серицит-кварцевыми филлитами (2 %). Мощность – более 500 м.

Общая мощность буйбинской толщи составляет более 900 м.

Разрез 36 ([49ф], разрез XXI) толщи по левому борту р. Енисей на водоразделе ручьев Тобольский–Венгальный имеет следующий вид (снизу вверх) (рис. 21):

1. Метапесчаники кварц-полевошпатовые зелено-серые мелкозернистые	более 100
2. Метапесчаники кварц-полевошпатовые зелено-серые мелкозернистые	80
3. Метапесчаники кварц-полевошпатовые зелено-серые мелкозернистые с прослоями зеленых алев- ролитов	30
4. Метапесчаники кварц-полевошпатовые зелено-серые мелкозернистые	380
5. Метаалевролиты зеленые и зелено-серые рассланцованные	20

Мощность толщи по разрезу составляет 610 м.

В верховьях руч. Кабанова разрез 33 ([49ф], разрез XXVI) верхней части буйбинской толщи представлен метапесчаниками зелено-серыми мелкозернистыми и метаалевролитами серыми мощностью 220 м (рис. 21).

Метапесчаники зеленые, серо-зеленые мелко- и среднезернистые массивные, редко с нечетко-слоистой текстурой. Кластический материал составляет до 85 % общего объема породы. Форма обломков угловатая и полуокатанная, размеры обычно 0,1–0,3 мм. Состав обломков (%): кварц (30–35), полевоый шпат (15–20), микрокварциты (8–10), сланцы кварц-хлоритовые (10–15), а также в небольшом количестве эффузивы основного и среднего составов, эпидот, апатит и пр. Цемент порово-базальный, слюдисто-кремнистый, слюдисто-глинисто-кремнистый с примесью карбоната.

Метаалевролиты и метаалевропесчаники отличаются от метапесчаников более тонкозернистой алевритовой и алевропсаммитовой структурой.

Метагравелиты имеют серую, зеленовато- или лиловато-серую окраску. Текстура линзовидносланцевая, структура бластопсефитовая. Кластический материал (до 45 %) представлен обломками изометричной и неправильной формы размером 0,4–5,0 мм, редко до 10 мм, ориентированными по сланцеватости. Состав обломков (%): кварц (40–50), альбит (10–20), микрокварциты (20–25), эффузивы основного состава (2–5). Цемент базальный, реже поровый, серицит-хлорит-кварцевый, серицит-эпидот-кварцевый, альбит-кварц-хлоритовый. Примеси – апатит, рутил, ортит.

Филлиты серицит-кварцевые, хлорит-кварцевые, серицит-хлорит-кварцевые серые и зеленые имеют тонкополосчатые и сланцеватые текстуры, микролепидогранобластовую и бластопелитовую структуры, сложены агрегатами зерен кварца (50–80 %), чешуек серицита (5–20 %), хлорита (3–15 %) с примесью апатита, гематита, магнетита. Присутствие тонкодисперсного гематита (до 20 %) придает им лиловую окраску.

Физические свойства пород толщи характеризуются низкими и средними значениями плотности (2,55–2,65 г/см³), низкими значениями магнитной восприимчивости (20–40 × 10⁻⁵ ед. СИ) и остаточной намагниченности (40–150 × 10⁻³ А/м). Радиоактивность пород варьирует в пределах 9–12 мкР/ч.

На картах аэромагнитных аномалий выходам пород толщи соответствует спокойное поле ΔT_a отрицательного знака интенсивностью 100–150 нТл, не отличающееся от такового, присутствующего прилегающим отложениям джебашской серии и ордовика.

Породы буйбинской толщи (метапесчаники, метаалевролиты, филлиты, метагравелиты) имеют халько-сидерофильную геохимическую специализацию. Содержания части элементов в известняках близки к породным кларкам, однако отмечается хрома и кобальта в 6 раз, никеля в 5 раз, меди в 2 раза выше, а бария в 7 раз, лития в 5 раз, циркония в 3 раза ниже кларка (прил. 13).

На АФС характер выходов свиты определяется сближенными продольными разрывными нарушениями восток-северо-восточного простирания, обусловившими линейные формы резко расчлененного микро рельефа.

Органические остатки, представленные водорослями и мелкораквиной фауной нижнего кембрия, обнаружены в отложениях толщи вне площади листа [9]. Возраст толщи определяется раннекембрийским.

Разрез 33
 Междуречье
 Бол. Берёзовая—
 Кабанова —Тонкая Речка

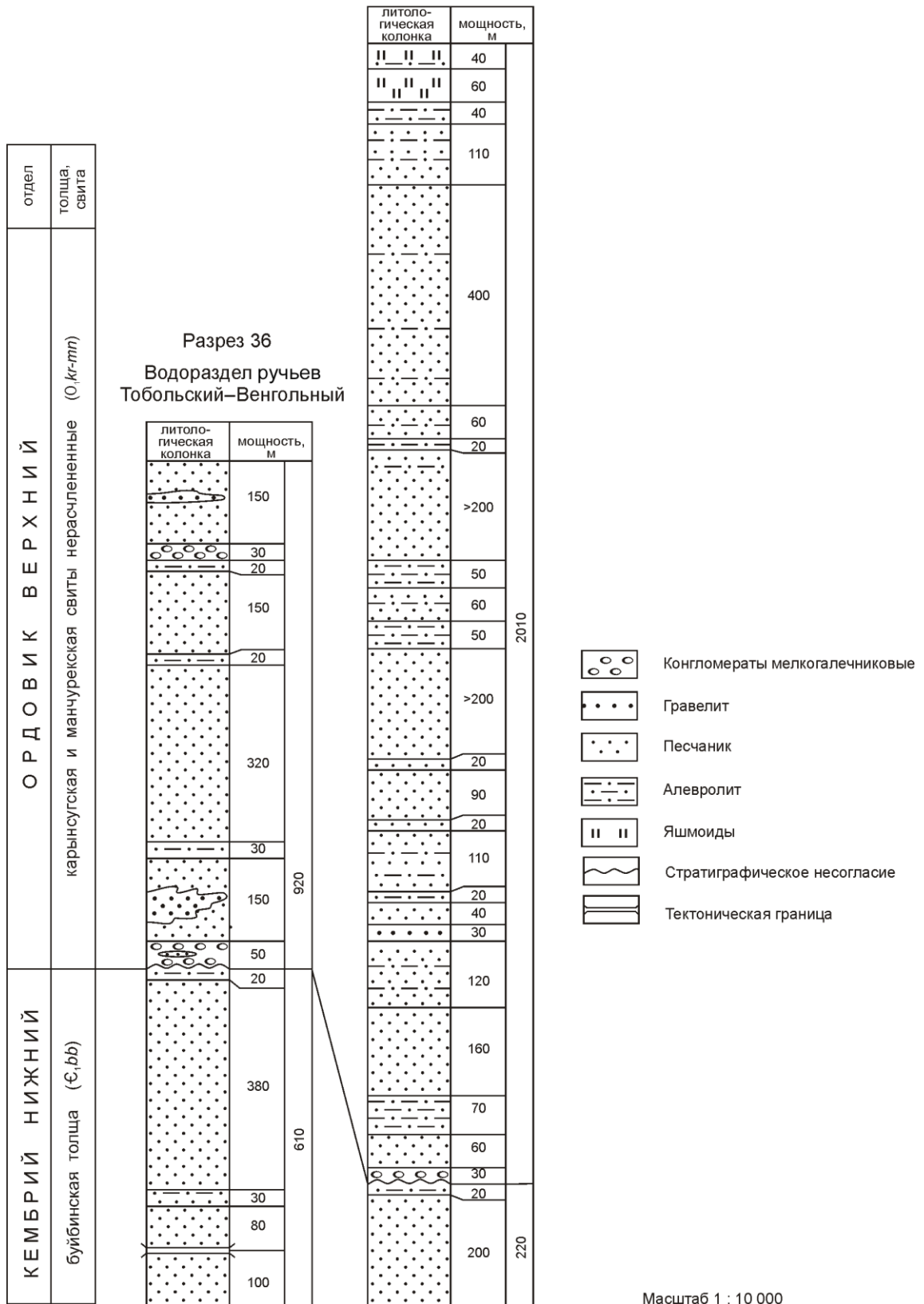


Рис. 21. Схема корреляции разрезов буйбинской толщи раннего кембрия и карынсугской, манчурекской свит позднего ордовика (с использованием материалов В. Д. Зельцмана, разрезы XXI, XXVI).

ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА

Ордовикские отложения занимают юго-западную часть листа вдоль р. Енисей и представлены верхним отделом. В схеме районирования они включены в Центрально-Саянскую структурно-формационную зону (СФЗ).

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Центрально-Саянская СФЗ

В первом издании карты [4] отложения ордовикской системы, развитые на территории листа, рассматривались в составе шигнетской серии ордовика–нижнего отдела силура. В. Д. Зальцман [49ф] выделял здесь нижнешигнетскую свиту шигнетской серии среднего–верхнего ордовика. Позднее [9, 50ф] эти отложения относят к карынсугской и манчурекской свитам верхнего ордовика.

Ввиду отсутствия необходимой информации для расчленения верхнеордовикских отложений на листе, они рассматриваются, как карынсугская и манчурекская свиты нерасчлененные.

Карынсугская и манчурекская свиты нерасчлененные (*Озкг-тп*). *Карынсугская свита* выделена в 1990 г. [50ф] и является условно валидным подразделением. Стратотип расположен в верховьях р. Карын-Суг на смежном листе N-46-XXVII. Манчурекская свита выделена в 1952 г. В. Е. Кудрявцевым. Считается валидным подразделением. Стратотип расположен в верховьях р. Манчурек.

Отложения представлены пестроцветными лилово-серыми, зелено-серыми песчаниками (60–70 %) и алевролитами (20–30 %), реже отмечаются вишнево-красные гематито-глинистые и гематито-глинисто-кремнистые гравелиты и алевролиты, а также конгломераты и яшмы. Тусклый цвет пород, тонкий состав осадков и ритмичное строение отложений указывают на принадлежность их к карынсугской свите. Присутствие пород манчурекской свиты возможно в верхней части разреза, где появляются породы яркой, характерной для этого подразделения, окраски. О наличии на площади распространения ордовикских отложений фиолетово-зеленых и красно-фиолетовых песчаников, возможно также принадлежащих к манчурекской свите, свидетельствуют данные Н. Н. Хераскова [4].

Породы ордовика залегают с перерывом на отложениях буйбинской толщи. Перерыв фиксируется базальной пачкой, представленной конгломератами с линзовидными прослоями гравелитов и песчаников. Мощность базальных слоев достигает 50 м. Мощность нерасчлененных ордовикских отложений – более 2000 м.

Разрез 33 ([49ф], разрез XXVI) в междуречье Бол. Берёзовая–Кабанова–Тонкая Речка имеет следующий вид (снизу вверх) (рис. 21):

1. Конгломераты полимиктовые серые мелкогалечные	30
2. Песчаники лиловые, лилово-серые мелкозернистые	60
3. Алевролиты лиловые	70
4. Песчаники лилово-зеленовато-серые мелкозернистые с прослоями среднезернистых	160
5. Песчаники лилово-серые мелкозернистые с прослоями лиловых алевролитов	120
6. Песчаники лилово-серые грубозернистые до гравелитов	30
7. Песчаники лилово-серые мелкозернистые	40
8. Алевролиты зелено-серые	20
9. Песчаники зелено-серые мелкозернистые с прослоями лиловых алевролитов	110
10. Песчаники зелено-серые и лилово-серые мелкозернистые	110
11. Песчаники зелено-серые мелкозернистые, прослоями тонко- и среднезернистые	более 200
12. Песчаники лилово-серые и зелено-серые мелкозернистые с частыми прослоями лиловых алевролитов	100
13. Алевролиты лиловые, лилово-серые	20–50
14. Песчаники зелено-серые мелкозернистые с единичными прослоями лиловых алевролитов в верхней части интервала	более 200
15. Алевролиты и песчаники зелено-серые	20
16. Алевролиты лиловые с прослоями песчаников	40

17. Песчаники зелено-серые мелко- и тонкозернистые с частыми прослоями серо-зеленых алевролитов	510
18. Алевролиты лиловые и лилово-коричневые	40
19. Переслаивание алевролитов гематито-глинистых и гематито-глинисто-кремнистых вишнево-красных	100

Мощность по разрезу – более 2010 м.

Конгломераты и гравелиты имеют массивную текстуру. Обломки, составляющие 80–90 % породы, плохо отсортированы, слабо окатаны, размером – до 15 см. Состав обломков (%): сланцы кварц-серицит-хлоритовые и кварц-серицит-альбитовые (35–40), алевролиты (до 15), песчаники (до 15), микрокварциты (15–20), альбитизированные эффузивы основного состава (до 5–7), прокварцованные известняки (3–5). Тип цемента преимущественно базальный, порово-базальный, реже пленочный и соприкосновения, по составу – песчано-глинистый, реже песчано-гидрослюдистый и глинисто-кремнистый.

Песчаники имеют псаммитовую, алевро-псаммитовую структуру и слоистую текстуру. Обломочный материал (85–90 %) присутствует в виде слабоокатанных обломков до 1,5 мм в поперечнике. Обломки пород (40 %) представлены алевролитами, песчаниками, микрокварцитами, реже – эффузивами основного состава. Остальная часть обломочного материала состоит (%) из зерен кварца (10–20 %), полевых шпатов (до 40 %), эпидота, апатита и других минералов. Цемент поровый, соприкосновения, реже базальный. Состав – слюдисто-кремнистый, слюдисто-карбонатный, хлоритовый, глинистый.

Алевролиты обладают алевроитовой структурой, тонкослоистой, полосчатой, сланцеватой текстурами. Обломки разной степени окатанности: кварц (до 30 %), полевые шпаты (35–50 %), эпидот и др. Цемент аналогичен цементу песчаников.

Плотность пород повышается от конгломератов (2,5–2,6 г/см³) к алевролитам (2,6–2,75 г/см³). Радиоактивность пород низкая: до 12–13 мкР/ч у алевролитов. Магнитная характеристика пород: восприимчивость 25–184 × 10⁻⁵ ед. СИ, остаточная намагниченность 8–103 × 10⁻³ А/м.

На карте аэромагнитных аномалий ΔT_a над отложениями ордовика фиксируется спокойное отрицательное магнитное поле напряженностью от минус 100 до минус 180 нТл, осложненное в приустьевой части р. Бол. Берёзовая «подковообразной» аномалией, связанной с экзоконтактовым ореолом Пашкинского (Березовского) гранитоидного массива, повышающим напряженность до –50 до +25 нТл.

Породы карынсугской свиты (песчаники, алевролиты) имеют халько-siderофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов близки к породным кларкам; никеля в 5 раз, хрома в 3 раза выше, а циркония и олова в 3 раза ниже кларка (прил. 13).

На аэрофотоснимках область развития образований ордовика выделяется среднегорным интенсивно расчлененным рельефом. Общее простирание пликативных структур устанавливается по мелким структурным элементам (гривкам, гребням, ложкам), фрагментам фотомаркирующих горизонтов. Внутренняя структура свит не расшифровывается из-за наличия многочисленных тектонических нарушений.

Органические остатки в отложениях карынсугской и манчурекской свит не обнаружены. Восточнее территории листа в стратотипической местности первой собрана фауна позднего ордовика [50ф].

ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА

Девонские образования на листе N-46-XXVI представлены всеми тремя отделами. В схеме районирования они рассматриваются в составе Южно-Минусинской структурно-формационной зоны (СФЗ), на территории которой на уровне раннего девона выделяется Таштыпская структурно-формационная подзона (СФПЗ) с входящей в нее тимиртасской свитой.

Девонские породы слагают Южно-Минусинскую впадину, сопрягаясь с более древними породами Западного Саяна через региональный Саяно-Минусинский надвиг. На площади листа они закартированы узкой полосой на правом берегу р. Енисей в бассейне рек Грязнушка, Бол. и Мал. Шушь, в верховьях руч. Бол. Шунерка, на левобережье Енисея в бассейне рек Бея и Красный Катамор. Естественные обнажения свит единичны, отложения вскрыты скважинами.

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Южно-Минусинская СФЗ

Таштынская СФЗ

Нижнедевонские образования представлены тимиртасской свитой и субвулканическими образованиями, объединенными в Чилано-тимиртасский андезит-базальтовый комплекс.

Тимиртасская свита (*D_{1tm}*) выделена В. И. Красновым и Л. С. Ратановым в 1970 г. в районе горы Тимиртас на правом берегу руч. Бутрахты.

На площади свита картируется небольшими выходами вдоль Северо-Минусинского взбросо-надвига: севернее руч. Каскапак, на правом берегу р. Бол. Шушь, у пос. Шарып, на левобережье р. Енисей у дер. Калы и в устье р. Красный Катамор.

Свита сложена андезибазальтами (27 %), андезитами (12,5 %), базальтами (12 %), трахиандезитами (8,5 %), трахиандезибазальтами (4 %), трахибазальтами (4 %), трахидацитами (4 %), дацитами (4 %), туфами среднего и кислого состава (5 %), пестроцветными и красноцветными туфопесчаниками (10 %), туфоконгломератами (5 %), серыми песчаниками (4 %). Свита с несогласием перекрывается терригенными отложениями толтаковской свиты. Подстилающие отложения не вскрыты.

Наиболее полный разрез свиты находится на правом берегу р. Бол. Шушь и представлен в нижней части зеленовато-серыми и темно-серыми, почти черными базальтами, андезибазальтами и трахиандезитами, нередко миндалекаменными. Базальты сменяются серыми, лилово-серыми туфами литокристаллокластическими и дацитами с дайками сиенит-порфиров и андезит-порфиридами, далее серыми туфопесчаниками с многочисленными обломками белых полевых шпатов. В подчиненном количестве присутствуют красноцветные и пестроцветные песчаники и туфоалевролиты. Мощность разреза – около 800 м.

В районе села Красный Катамор в опорном обн. 22 свита сложена песчаниками, туфопесчаниками, туфоалевролитами, туфоконгломератами темно-вишневого цвета с линзами гравелитов до 1–1,5 м. Среди красноцветных туфопесчаников присутствуют прослои серых среднезернистых песчаников, в которых отмечается медная минерализация. Фрагменты разреза свиты, представленные лилово-серыми миндалекаменными андезибазальтами, обнажены у дер. Калы и на правом берегу р. Бея.

Мощность тимиртасской свиты принимается до 800 м.

Базальты, андезибазальты – темно-серые, черные, темно-зеленые, афиновые и мелкопорфировые породы миндалекаменные. Фенокристаллы (0,5–1,5 мм) представлены сосюритизированным плагиоклазом, авгитом, роговой обманкой и биотитом. Микроструктура основной массы – пилотаксовая и гиалопилитовая. Состав – андезин-лабрадор ($Ап_{45-65}$) (50–70 %), девитрифицированное стекло (до 45 %), микролиты авгита (10–30 %), магнетит, апатит. Вторичные минералы – эпидот, хлорит, альбит, роговая обманка, актинолит, лейкоксен, гематит, лимонит, кварц, пренит, кальцит. Миндалины (0,3–10 мм) выполнены хлоритом, кальцитом, халцедоном, гематитом и лейкоксеном.

Трахиандезиты – темно-серые, лиловато-серые порфировые породы. Фенокристаллы (1–5 мм) представлены альбитизированным, сосюритизированным и хлоритизированным плагиоклазом (10–30 %). Микроструктура основной массы – гиалопилитовая. Состав (%): плагиоклаз (70), хлорит (15), магнетит, лейкоксен, гематит (15–17). Основная масса состоит из преимущественно субпараллельных лейст альбита, длиной до 0,5 мм, промежутки между которыми заполнены альбитом меньших размеров (0,1–0,05 мм).

Андезиты – темно-серые, черные порфировые породы миндалекаменные. Фенокристаллы (0,5–2,0 мм) представлены сосюритизированным плагиоклазом. Основная масса тонкозернистая фельзитовая, пилотаксовая, образованная субпараллельными лейстами плагиоклаза. Она состоит главным образом из мельчайших (сотые доли миллиметра) микролитов плагиоклаза и стекла. Состав (%): андезин (50–70), девитрифицированное стекло (до 45).

Дациты и трахидациты – серые массивные порфировые породы. Фенокристаллы (0,5–2,0 мм) представлены плагиоклазом, вкрапленники группируются в гломеропорфировые выделения. В составе полевых шпатов только плагиоклаз.

Туфы кристалло-литокластические и литокластические, псефитовые, реже псаммитовые, сложены обломками (0,05–50 мм) вышеперечисленных эффузивов, кварца и полевых шпатов. Цемент контактовый и поровый гематит-кремнистый.

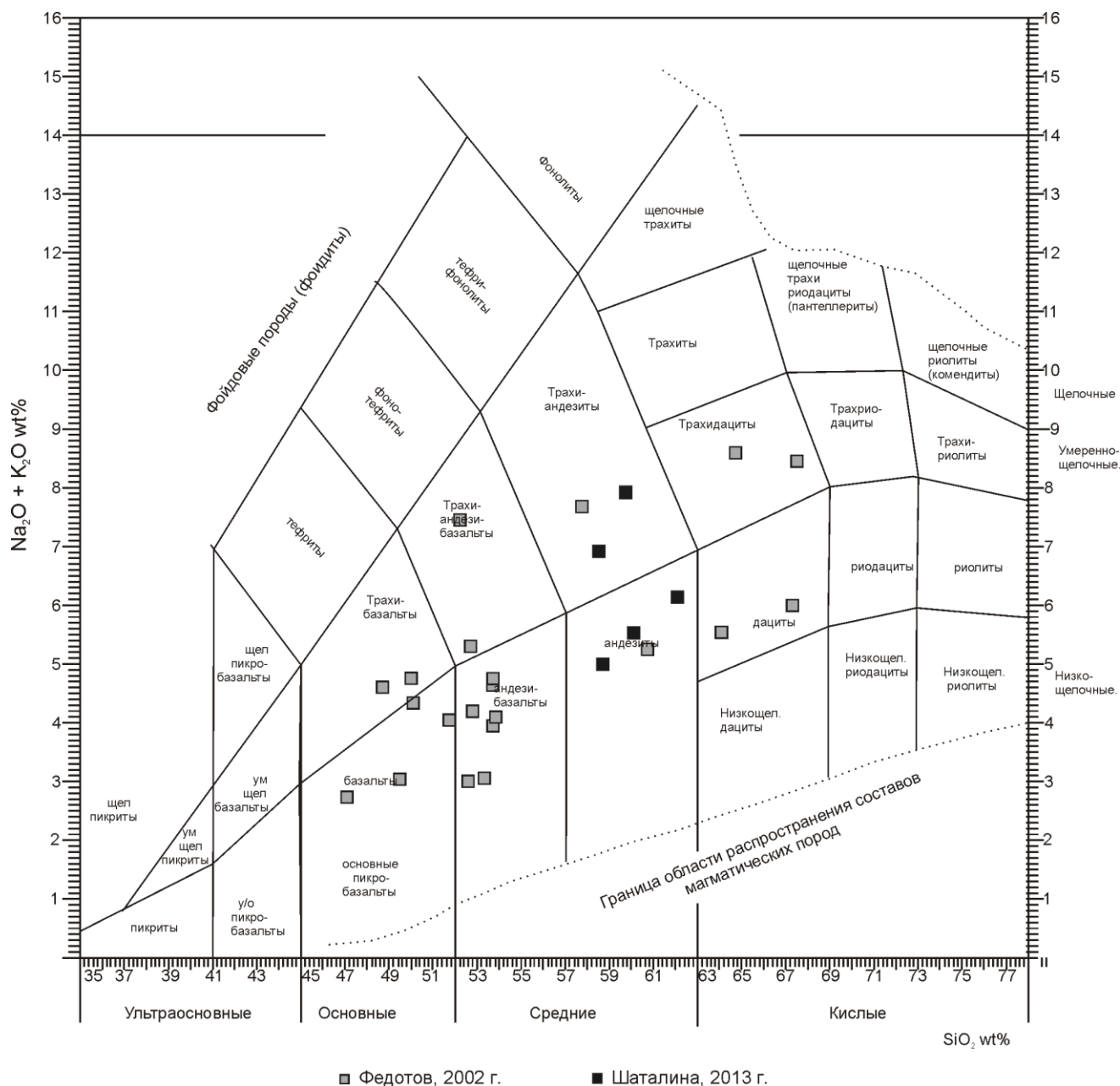


Рис. 22. Диаграмма TAS для пород чилано-тимиртасского андезит-базальтового комплекса раннего девона.

Туфоконгломераты, туфопесчаники сложены полуокатанными и угловатыми обломками (75–85 %) известняков, тонкозернистых песчаников, алевролитов, эффузивов разного состава, кварца и микрокварцитов. Цемент поровый кремнисто-карбонатный, обогащенный тонкодисперсным гематитом.

Разрез по правому берегу р. Бол. Шушь насыщен субвулканическими образованиями, представленными дайками сиенит-порфиров, диорит-порфиритов, габбро-порфиритов протяженностью до 500 м.

Эффузивы свиты – высокоглиноземистые и весьма высокоглиноземистые, умереннотитанистые породы нормального и умереннощелочного подотряда калиево-натриевого типа (при преобладании натрия) (рис. 22, прил. 12).

В породах свиты повышены (в 2–4 раза) содержания Sr, Ba, Cu, Co, Ni, резко понижены – Rb и Th (прил. 13).

Базальты имеют широкий разброс плотности от 2,71 до 2,87 г/см³ при среднем значении 2,74 г/см³. Магнитная восприимчивость туфов 80×10^{-5} ед. СИ, базальтов – 400×10^{-5} ед. СИ, при широких колебаниях до 9000×10^{-5} ед. СИ. В геофизических полях свита не создает самостоятельного типа поля.

Тимиртасская свита содержит маломощные пласты медистых песчаников.

Датированием U-Pb методом комагматических субвулканических образований в районе вершины горы Тимиртас получены значения 382,7–395 млн лет [71ф].

По результатам U-Pb датирования по эффузивам темиртасской свиты (правый берег руч. Касканак, проба № 1, сборы авторов, 2014 г.) по цирконам (sims SHRIMP) получены значения в интервале 308–442 млн лет (прил. 8).

Раннедевонский возраст свиты (конец эмса–начало эйфеля) в стратотипическом районе обоснован ее положением в разрезе, она согласно залегает на известняках таштыпской свиты эмского яруса. Этому выводу не противоречат изотопные данные.

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

К среднему отделу отнесены терригенно-карбонатные отложения, начинающие осадочный разрез Южно-Минусинской впадины: толтаковская, аскизская, илеморовская, бейская свиты, вскрытые в основном скважинами [42ф, 57ф, 58ф].

Породы среднедевонских свит относятся к группе практически немагнитных пород со средней магнитной восприимчивостью равной 18×10^{-5} ед. СИ. В плотностном отношении они имеют выдержанные значения. Средняя плотность всей толщи пород среднего девона равна 2,58 г/см³. Самостоятельного типа поля не создают.

Толтаковская свита (D₂?tl) выделена в 1955 г. Б. Н. Красильниковым и А. А. Моссаковским у оз. Толтаковское в Северо-Минусинской впадине.

На площади свита имеет ограниченное распространение. Отложения выходят на поверхность вдоль южного обрамления Южно-Минусинской впадины: на левобережье р. Енисей в районе села Красный Катамор и дер. Калы, на правобережье р. Енисей – по долине р. Бол. Шушь и у пос. Шарып, залегают с несогласием на вулканитах тимиртасской свиты.

Свита сложена песчаниками, составляющими ее основную часть, гравелитами, конгломератами и алевролитами, слагающими трансгрессивно построенные ритмы мощностью от 10 до 25 м. Количество грубообломочных пород в свите увеличивается снизу вверх от 8–10 до 30 %. В нижней ее части преобладают песчаники и алевролиты, в верхней – песчаники и гравелиты. В основании верхней части свиты залегает мощный (до 100 м) горизонт конгломератов. Он хорошо обнажен и является маркирующим. Характерная особенность свиты – ритмичное переслаивание пород. Нижний элемент ритмов представлен крупнозернистыми песчаниками и гравелитами, реже конгломератами, верхний – тонко-мелкозернистыми песчаниками, алевролитами. Цвет пород коричнево-вишневый и коричнево-красный.

Нижняя часть свиты развита в районе села Красный Катамор и представлена мощной пачкой красноцветных крупнозернистых песчаников, конгломератов и алевролитов с горизонтами серых средне- мелкозернистых песчаников. Туфопесчаники и туфобрекчии имеют незначительное развитие.

Сводный разрез нижней части свиты вскрыт скважинами по левому берегу р. Дальний Катамор [48ф]. Здесь в зоне Саяно-Минусинского взбросо-надвига на крупнозернистых плагиогранитах розовато-белого цвета майнского комплекса залегают (снизу вверх):

1. Песчаники красноцветные мелкозернистые кварц-полевошпатовые	125
2. Песчаники темно-бурые средне-мелкозернистые, цемент карбонатный	30
3. Алевролиты красноцветные с линзами гравелита	65
4. Песчаники серые средне-крупнозернистые на глинистом цементе с линзами песчаника красноцветного мелкозернистого и конгломерата с размером гальки 6–8 см	30
5. Песчаники красноцветные мелкозернистые кварц-полевошпатовые	200

Общая мощность по разрезу нижней части – около 450 м.

В опорном обнажении 20 (левый борт р. Сред. Калы, в 5 км западнее г. Саяногорск) карьером вскрывается верхняя часть свиты. Здесь в зоне Саяно-Минусинского взбросо-надвига на крупнозернистых плагиогранитах майнского комплекса залегают (снизу вверх):

1. Конгломераты крупногалечные, галька размером 1–10 см, редко валуны до 15 см, преобладает 1–5 см, состав: граниты, эффузивы, яшмовидные кварциты, известняки, ороговикованные сланцы, белый кварц, песчаники и сланцы верхнемонокской свиты; галечно-валунный материал сцементирован красно-коричневым песчано-глинистым цементом	10
2. Песчаники темно-серые мелко-среднезернистые массивные	5,7
3. Конгломераты крупногалечные, галька размером 1–10 см, редко валуны до 15 см, преобладает 1–5 см, хорошо окатанная. В конгломератах содержится галька эффузивов, известняков, ороговикованных сланцев и песчаников, кварцитов, а также галька ноздреватого белого кварца и гранита. Цемент красно-коричневый песчано-глинистый	86
4. Песчаники красно-коричневые мелко-среднезернистые массивные, прослой темно-серого тонкоплитчатого тонкозернистого песчаника с кальцитовыми прожилками. Азимут падения 80°, угол 40°	20
5. Песчаники темно-серые мелкозернистые массивные кварц-полевошпатовые на карбонатно-кремнистом цементе	32
6. Алевролиты вишнево-коричнево-красные крупнозернистые	2,0
7. Песчаники красно-коричневые мелкозернистые массивные	20
8. Алевролиты вишнево-коричнево-красные крупнозернистые массивные	7,7
9. Песчаники вишнево-красно-коричневые мелкозернистые массивные полосчатые	11
10. Гравелиты красновато-розовато-серые, цемент песчаный крупнозернистый розовато-коричнево-серый, с линзами песчаников красно-коричневых мелкозернистых	13
11. Песчаники красно-коричневые мелкозернистые массивные	20,6

Выше с несогласием залегают зеленовато-серые алевролиты илеморовской свиты с растительными остатками. Общая мощность по разрезу – 228 м.

Горизонт конгломератов, сцементированный красноцветными песчано-глинистыми отложениями, протягивается фрагментарно от западной рамки листа (дер. Дехановка) до г. Саяногорск вдоль Саяно-Минусинского взбросо-надвига.

Мощность свиты изменяется от 700 до 1000 м.

Песчаники от мелко- до крупнозернистых красновато-бурого цвета сложены обломками кварца – 40–45 %, плагиоклаза – 40 %, альбита – до 5–8 %, микрокварцитами – 10–12 %, цемент от порового до базального карбонатный.

Конгломераты крупногалечные, галька размером 1–10 см, редко валуны до 15 см, преобладает галька размером 1–5 см, хорошо окатанная. Конгломераты содержат продукты размыва пород турунташской толщи, нижнемонокской и верхнемонокской свит: эффузивы, песчаники, известняки, кварциты и др., а также гальку белого кварца и гранитов. Галечно-валунный материал сцементирован красно-коричневым песчано-глинистым цементом.

Алевролиты вишнево-коричнево-красные крупнозернистые массивные.

Толтаковская свита имеет халько-сидеро-литофильную геохимическую специализацию. Средние содержания основных элементов близки к породным кларкам: иттрий, фосфор и ванадий в 2 раза выше, а бериллий и цирконий в 2 раза ниже кларка (прил. 13).

На АФС отложения свиты имеют серый фототон и ровный рисунок изображения.

Свита, ввиду ее формирования в континентальном аридном режиме, не содержит органических остатков. Отложения свиты отнесены к эйфельскому ярусу среднего девона по положению в разрезе [60ф].

Аскизская свита (D_{2as}) выделена в 1952 г. Н. А. Беляковым и В. С. Мелещенко у с. Верх. Аскиз. В стратотипическом разрезе она представлена толщей тонкослоистых зеленовато-желтых известковистых алевролитов и мергелей.

На площади листа свита имеет ограниченное распространение, отложения выходят на поверхность вдоль южного обрамления Южно-Минусинской впадины. Граница с толтаковской свитой согласная, проводится по смене в разрезе красноцветных пород сероцветными. Верхняя граница проводится по подошве слоя ярко-зеленых песчаников, относящихся к илеморовской свите. В районе пос. Шарып по правому борту р. Енисей и дер. Калы в левобережье Енисея аскизская свита «выпадает» из разреза, вышележащая илеморовская свита залегают с перерывом на толтаковской.

Свита сложена чередующимися известково-глинистыми алевролитами, алевритистыми мергелями, с прослоями глинисто-алеверитистых известняков. Для пород характерны тонкая слоистость и серовато-желтая окраска. Известняки часто имеют скорлуповатое строение.

Мощность свиты изменяется от 100 до 200 м, в Новомихайловской антиклинали она не превышает 130 м [21].

На площади фаунистических остатков в свите не обнаружено. Ее возраст определяется по положению в разрезе между толтаковской и фаунистически охарактеризованной илеморовской свитами и отвечает эйфельскому веку среднего девона.

На разрезе геологической карты толтаковская и аскизская свиты даны объединенными (D_2^{tl+as}).

Илеморовская свита (D_{2il}) выделена Н. А. Беляковым и В. С. Мелешенко в 1953 г. со стратотипом у с. Илеморово.

В пределах площади свита имеет ограниченное распространение, согласно залегает на отложениях аскизской свиты, граница с ней проводится по подошве пачки мощностью 3,5–6 м ярко-зеленых песчаников с прослоями алевролитов. В районе пос. Шарьп по правому берегу р. Енисей и у пос. Калы в левобережье Енисея свита с перерывом залегает на толтаковской свите (опорное обнажение 20).

Свита сложена косослоистыми песчаниками и алевролитами с подчиненными прослоями мергелей, известняков и аргиллитов. Окраска пород зеленая, серовато-зеленая, серая, темно-серая и розовато-серая. На плоскостях наслоения алевролитов и аргиллитов наблюдаются знаки ряби, а для известняков характерны жеоды, выполненные кальцитом, и конкреционные стяжения.

В разрезе по опорному обнажению 20 на красноцветных песчаниках толтаковской свиты с размывом залегают (снизу вверх):

1. Песчаники серые, темно-серые мелкозернистые массивные карбонатные с кальцитовыми прожилками	5,0
2. Песчаники розовато-серые, темно-серые мелкозернистые плитчатые, косослоистые известковистые	7,0
3. Алевролиты зеленовато-серые полосчатые тонкоплитчатые известковистые с остатками флоры <i>Barrandeinopsis beliakovii</i> Krusht., <i>Aphylopteris</i> sp.	6,5

Общая мощность по разрезу – 18,5 м.

Наиболее полный разрез свиты по правому борту р. Бея (опорное обнажение 23) (снизу вверх):

1. Песчаники ярко-зеленые, голубовато-зеленые мелкозернистые тонкогоризонтальнослоистые тонкоплитчатые	2,0
2. Песчаники серо-зеленые мелкозернистые тонкогоризонтальнослоистые тонкоплитчатые с прослоями до 0,1 м известняков зеленовато-серых органогенных	8,0
3. Песчаники зеленовато-серые мелкозернистые косослоистые тонкоплитчатые	35,0
4. Песчаники зеленовато-серые мелкозернистые массивные карбонатные с тонкими прослоями окремненных ярко-зеленых мергелей	20,0
5. Песчаники зеленовато-серые мелкозернистые массивные с мелкими включениями растительного детрита с прослоем розовато-серого массивного песчаника на карбонатном цементе	20,0
6. Алевролиты зеленовато-серые тонкоплитчатые	15,0
7. Песчаники зеленовато-серые мелкозернистые косослоистые	50,0
8. Песчаники голубовато-зеленые мелкозернистые тонкогоризонтальнослоистые	30,0
9. Известняки серые массивные органогенные глинистые	10,0
10. Песчаники розовато-серые мелкозернистые горизонтальнослоистые	10,0
11. Песчаники серые мелкозернистые карбонатные массивные	40,0
12. Алевролиты зеленовато-серые тонкоплитчатые	8,0

Выше залегают известняки бейской свиты с фауной брахиопод.

Общая мощность по разрезу – 248 м.

Мощность свиты – менее 250 м, в Новомихайловской антиклинали, по данным бурения, не превышает 130 м [21].

Песчаники зеленовато-серые, голубовато-серые, серые, реже желто-серые, розовато-серые мелко- и среднезернистые горизонтально- и косослоистые. Состав обломков (%): кварц 20–30, полевые шпаты 45–60, эффузивы кислого и среднего составов 10–15, хлорит, эпидот, гематит, апатит. Алевролиты зеленовато-серые, серые и ярко-зеленые. Известняки серые с коричневым оттенком либо кремново-серые с органическими остатками, слагают пачку мощностью около 10 м ниже кровли свиты. Иногда они доломитизированы и окремнены. Аргиллиты обычно серые и темно-серые, с листоватой отдельностью. Состав пород по латерали выдержан.

На АФС подошва свиты отражена гребнем уступа, сложенного песчаниками, а кровля – границей темно-серых илemorовских пород и светло-серых (белых) бейских.

Органические остатки в свите представлены отпечатками флоры *Barrandeinopsis beliakovii* Krusht., *Aphylopteris* sp. (опорное обнажение 19). Возраст алевролитов – живетский век среднего девона (заключение В. А. Антоновой). На смежном листе N-46-XXV органические остатки свиты представлены филоподами *Asmussia membranacea* Pacht., *Euesteria consummata* Nov. и др.; рыбами *Osteolepis* sp., растениями *Drepanophycus spinaeformis* Gopp. и др., характерными для живетского яруса среднего девона [70ф].

Бейская свита (D_{2bs}) выделена А. А. Штукенбергом в 1896 г. у с. Бея.

На площади листа породы обнажаются в районе пос. Катамор и на правобережье Енисея по рекам Грязнушка и Орловка. Свита залегает согласно на отложениях илemorовской свиты, нижняя граница совпадает с подошвой пачки органогенных водорослевых известняков. Верхняя граница постепенная, проводится по кровле последнего пласта известняков и появлению красноцветных песчаников ойдановской свиты.

Свита сложена серыми известняками, мергелями, алевролитами и редко песчаниками, слагающими асимметричные ритмы от 5 до 17 м с преобладанием известняков. В основании почти повсеместно залегают характерные скорлуповатые водорослевые известняки с прослоями желтовато-серых тонкослоистых алевролитов, немых серых известняков и светло-серых тонкозернистых песчаников. Верхняя часть свиты представлена переслаиванием тонкослоистых зеленовато-серых глинистых известняков и известковистых алевролитов, аргиллитов и мергелей.

Разрез свиты в правом борту р. Бол. Шуерка (гора Каменная), где на ярко-зеленых песчаниках илemorовской свиты залегают (снизу вверх):

1. Известняки серые, темно-серые кристаллические мелкозернистые тонкоплитчатые с раковистым изломом с прослойками кальцита, мощностью 0,2–0,5 см	2
2. Известняки серые кристаллические мелкозернистые горизонтальнослоистые органогенные с фауной гастропод <i>Murchisonia</i> sp. и пелелипод <i>Pterinea</i> sp.	
3. Задерновано	35
4. Песчаники карбонатные серые мелкозернистые горизонтальнослоистые	3
5. Известняки светло-серые кристаллические мелкозернистые горизонтальнослоистые с прожилками кальцита, мощностью 0,2–0,5 см	20
6. Задерновано	40
7. Известняки серые кристаллические массивные скорлуповидные	30

Общая мощность по разрезу – 135 м.

Вдоль правого берега р. Бея разрез свиты (опорное обнажение 23) состоит из трех горизонтов известняков серых, светло- и зеленовато-серых от массивных до горизонтальнослоистых с плитчатой отдельностью с богатой фауной брахиопод, с прослоями серо-зеленых песчано-мергелистых пород. Общая мощность по разрезу – 91 м.

Мощность свиты варьирует от 100 до 250 м. В Новомихайловской антиклинали, по данным бурения (скв. 8), она не превышает 195 м [21].

Известняки (от 30 до 90 %) имеют серую, коричневатую-серую и зеленовато-серую окраску. Они кристаллически-зернистые и афанитовые массивные, комковатые, горизонтально- и волнистослоистые. Отдельность плитчатая и кусковатая. Породы сложены кальцитом (80–90 %), кварцем (до 10 %), гематитом и лимонитом (5–8 %), хлоритом (1–2 %). Иногда содержат примесь глинистого (до 40–50 %) и алевролитистого (до 10–15 %) материала. Глинистый материал распределен «сгустками».

Аргиллиты и алевролиты слагают до 30 % от общего объема свиты, пользуются распространением в ее верхней части. Это серые и зеленовато-серые известковистые горизонтально- и волнистослоистые породы со следами ряби. Обломочный материал (40–50 %) представлен преимущественно кварцем и полевыми шпатами, плохо сортирован и окатан. Мергели серые, желтовато-серые с горизонтальной и волнистой слоистостью.

Песчаники желтовато-серые, красновато-коричневые горизонтально- и волнисто-косослоистые, кварц-полевошпатовые и полимиктовые. Обломки хорошей окатанности и слабой сортировки представлены кварцем и кремнями (до 60–65 %), плагиоклазом (5–10 %), калиевым полевым шпатом (до 5 %), эффузивными (до 10 %) и карбонатными (8–10 %) породами, биотитом, мусковитом, амфиболом (3–8 %). Цемент известково-глинистый.

На АФС известняки свиты дают светлый фототон на сером фоне полосчатого линейного рисунка выходов слоев и пачек песчаников.

По р. Бея собрана фауна: *Euryspirifer chechiel* (Kon), *Palyrachella martianafi* (Stuck), *Rhynchospirina lopatini* (Stuck), *Productella productoides* (Murch.) и др. [58ф]. Согласно заключению А. В. Санжара, представители подобных родов брахиопод характерны для живетского яруса среднего девона Минусинской котловины.

В правом борту р. Грязнушка из линз и гнезд брахиоподового ракушника с присутствием ругоз, мшанок, табулят, криноидей определены брахиоподы: *Euryspirifer* cf. *pseudocheehiel* (Hou-Hun-fe), *Athyris concentrica* (Buch), *Rhynchospirina lopatini* (Stuck.), *Chascothyris?* sp. Комплекс перечисленных видов датирует возраст вмещающих отложений позднеживетским веком среднего девона (псевдочиелевые слои) (заключение Л. Г. Перегедова) [74ф].

Возраст свиты определяется по фауне живетским веком среднего девона.

Анализ результатов нефтегазопроисловых работ показал, что суммарное количество содержащегося в илёморовской и бейской свитах рассеянного органического вещества и его характер свидетельствуют о высоком нефтематеринском потенциале сероцветной толщи всего живетского яруса. В ней содержатся газоконденсатные проявления на глубине 2300–2500 м [21].

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Верхнедевонские отложения представлены франским и фаменским ярусами в объеме ойдановской, кохайской и тубинской свит пестроцветной карбонатно-терригенной формации. В пределах площади естественные обнажения немногочисленны, отложения вскрыты скважинами, залегают полого, моноклиально.

Породы относятся к группе практически немагнитных пород со средней магнитной восприимчивостью равной 10×10^{-5} ед. СИ, наименьшей средней плотностью обладают породы ойдановской и тубинской свит – 2,56 г/см³, наибольшей – породы кохайской свиты: 2,60 г/см³. Самостоятельного типа поля не создают. Поле силы тяжести имеет интенсивность от 0 до –2 мГал.

Франский ярус

Ойдановская свита (*D_{3od}*) выделена В. С. Мелешенко в 1955 г. у с. Ойданово. Парастратотипический разрез у с. Бол. Монок представлен переслаиванием красноцветных алевролитов, песчаников и аргиллитов с подчиненными прослоями известняковых гравелитов и имеет мощность около 400 м.

На площади листа свита вскрыта скважинами к северу от пос. Катамор, в среднем течении р. Грязнушка и в районе с. Шунеры [57ф, 58ф], где она залегают согласно на образованиях бейской свиты и перекрывается также согласно отложениями кохайской свиты. Нижняя граница свиты четкая, проводится по кровле последнего пласта известняков бейской свиты и подошве красноцветных песчаников, начинающих ее разрез, верхняя – по исчезновению песчаников и появлению мощных горизонтов алевролитов и аргиллитов.

Свита сложена красноцветными алевролитами (до 70 %), песчаниками (до 30 %), аргиллитами с прослоями мергелей. Окраска пород красно- и сиренево-коричневая, прослоями лилово-коричневая, серо-красная, желтовато-серая и зеленовато-серая. Мощность ритмов – от 3 до 30 м. В алевролитах нижнего ритма отмечаются линзующиеся маломощные прослои пестроокрашенных известняков. Отличительной особенностью свиты является красноцветная окраска слагающих ее пород.

Картировочными скважинами в среднем течении р. Грязнушка вскрыты вишнево-красные алевролиты плотные, полосчатые, с прослоями тонкослоистых аргиллитов того же цвета и мелкозернистых косослоистых песчаников [58ф]. Песчаники вишнево-красные полимиктового состава тонкоплитчатые, слоистость обусловлена чередованием темно-вишневых слоев с желтовато-светло-серыми. Мощность прослоев – 0,5–3,0 мм. На плоскостях наслоения – чешуйки слюды. Мощность отложений – до 300 м.

Сводный разрез верхней части свиты по скважинам к северу от села Красный Катамар (снизу вверх):

1. Алевролиты красновато-коричневые, вишнево-коричневые, пятнистые тонкослоистые, прослоями косослоистые, с включением зелено-серых оолитовых мергелей 15,2

2. Алевролиты вишнево-коричневые, плотные, прослой коричневого мелкозернистых косослоистых известковистых песчаников	3,6
3. Аргиллиты карбонатные лилово-сиреневые плотные с раковистым изломом	1,2
4. Алевролиты известковистые коричневые, пятнистые мелкозернистые, тонкослоистые, косослоистые, прослой зелено-серых мергелей	8,0
5. Алевролиты вишнево-коричневые, плотные, прослой вишневых аргиллитов (аналогичные слою 3) и серых мелкозернистых известковистых песчаников	10,0
6. Алевролиты карбонатные вишнево-коричневые с прослоями аргиллитов карбонатных лилово-сиреневых плотных с раковистым изломом и зеленовато-серых мергелей	15,5
7. Песчаники карбонатные коричнево-серые мелкозернистые косослоистые	2,3
8. Алевролиты сиреневато- и красно-коричневого, темно-вишневого, коричневого цвета, полосами и пятнами зеленовато-серого, зеленого цвета, плотные, массивные	14,9
9. Алевролиты коричневые, прослоями зелено-серые, пятнистые мелкозернистые тонкослоистые, прослой зеленовато-серого мергеля	10,8

Общая мощность по разрезу – 81,5 м.

Мощность свиты, по данным бурения (скв. 8), – до 350 м [21].

Алевролиты и известковистые алевролиты имеют сиреневато- и красно-коричневый, темно-вишневый, коричневый цвета. Прослоями, полосами и пятнами они зеленовато-серые, зеленые плотные с массивной и слоистой текстурой. Основная масса представлена глинистым веществом, которое интенсивно пропитано гидроокислами железа. Обломки составляют около 50 % основной массы породы и представлены кварцем, калиевым шпатом. Форма обломков не окатанная и слабоокатанная, размер их от 0,03 до 0,25 мм. Отмечается примесь карбонатного (до 40 %) материала.

Песчаники аркозовые вишнево-красные мелкозернистые тонкоплитчатые с хорошо отсортированным обломочным материалом, состоящим из окатанных и полуокатанных обломков (80–85 %). В составе последних: кварц – 30–40 %, полевой шпат – 35–40 %, микрокварциты – 10–20 %, алевролиты (до 10 %), в незначительном количестве присутствуют хлорит, мусковит, биотит, эффузивы, гидроокислы железа, пренит. Слоистость песчаников косая, реже волнистая и линзовидно-волнистая. Цемент породы базальный карбонатный, криптозернистый, пропитан гидроокислами железа. В песчаниках наблюдаются лепешковидные глинистые желваки.

Аргиллиты характерны для верхней части свиты, где слагают прослой мощностью до 1–2 м. Окраска пород сиреневато- и красновато-коричневая, серо-красная. Текстура массивная и косослоистая. Отдельность кусковатая и тонкоплитчатая. Мергели близки по текстурно-структурным особенностям к аргиллитам, с которыми они связаны постепенными переходами. На плоскостях наложения алевролитов и мергелей в обилии имеются волноприбойные знаки, трещины усыхания и т. д. Иногда алевролиты и мергели содержат включения гипса.

Свита сложена комплексом пород, характерным для переходного режима от лагунно-морского к континентальному. Это фации речных долин, дельт, мелких озер и временных потоков, типичных для пенеппенизированной страны в условиях жаркого климата.

На листе свита палеонтологически не охарактеризована. В стратотипе определены филлоподы, ихтиофауна *Bothriolepis sibirica* Obr., *Holoptychius* sp., флора *Archaeopteris fissilis* и палинокомплекс нижней части франского яруса. Подстилающие породы бейской свиты охарактеризованы окаменелостями позднеживетского возраста.

Возраст ойдановской свиты принимается раннефранским.

На разрезе геологической карты илеморовская, бейская и ойдановская свиты показаны объединенными (*D_{2-3il}÷od*).

К о х а й с к а я с в и т а (*D_{3kh}*) выделена в районе горы Кохай Н. А. Беляковым и В. С. Мелещенко в 1953 г., где сложена пестроцветными алевролитами, песчаниками, аргиллитами, известняками и мергелями, мощностью около 350 м.

На площади листа свита вскрыта скважинами к северу от пос. Красный Катамор, в среднем течении р. Грязнушка и в районе с. Шунеры.

Свита сложена ритмично переслаивающимися алевролитами и аргиллитами, полимиктовыми песчаниками, мергелями и характерными комковатыми зеленоватыми известняками. Мощность ритмов – от 4–6 до 12 м. Цвет пород сиреневато-коричневый, коричневый и красно-коричневый, присутствуют зеленоватые пятна и полосы. Отличительными особенностями свиты являются существенно глинистый состав и пестроцветная окраска слагающих ее пород. Характерны горизонты алевролитов кирпично-коричневых с многочисленными известковистыми «журавчиками» и серо-зелеными пятнами. Нижняя граница постепенная, проводится условно

по исчезновению песчаников и появлению горизонтов алевролитов и аргиллитов с горизонтом глинистых узловатых известняков в основании. Верхняя граница проводится по смене окраски пород. Мощность свиты варьирует от 280 до 470 м (по скв. 8 составляет 300 м).

Сводный разрез нижней части свиты по скважинам к северу от пос. Красный Катамор (снизу вверх):

1. Известняки глинистые от зеленовато-серых, лилово-коричневых до серых, скрытокристаллические	3,1
2. Алевролиты коричневые, вишнево-коричневые, пятнистые косоволнистослоистые с прослоем сиренево-лиловых аргиллитов	9,8
3. Алевролиты коричнево-красные, коричнево-зеленые, с серо-зелеными пятнами массивные	5,3
4. Песчаники известковистые желтовато-серые, серые мелкозернистые тонкослоистые	3,5
5. Алевролиты вишнево-коричневые, лилово-коричневые, с серо-зелеными пятнами, карбонатные плотные с известковистыми «журавчиками» с прослоями сиренево-лиловых аргиллитов	85,5

Мощность разреза составляет 107,2 м.

Выше залегает пачка алевролитов коричневых, лилово-коричневых, серо-коричневых и серо-зеленых тонкоплитчатых карбонатных с тонкими прослоями комковатого, коричневого известняка, завершающая разрез свиты.

Алевролиты и аргиллиты пользуются наибольшим распространением в свите. Окраска пород разнообразна: сиреневато- и красновато-коричневая, серо-красная, прослоями и пятнами зеленовато-серая, зеленая. Алевролиты и аргиллиты с вишнево-лиловой и пестрой окраской характерны для нижней части, а в верхней преобладают пестрые и зеленые разности. В основной массе алевролитов (50–55 % всего объема) отмечаются зерна кварца, полевых шпатов, чешуйки мусковита, биотита, хлорита, редко циркона и рудных. Текстура массивная, неяснослоистая, мелко- косоволнисто- и косослоистая. Отдельность тонкоплитчатая, обычны трещины усыхания и известковистые «журавчики» размером до 10–15 см.

Песчаники мелкозернистые полимиктовые, иногда аркозовые. Окраска желто- и коричнево-серая. Слоистость горизонтальная, параллельно-волнистая, реже косая. Обломки размерами 0,05–0,25 мм, редко до 0,8 мм, изометричной, полуокатанной и остроугольной форм составляют 75–80 % от общего объема и представлены кварцем (до 50 %), полевыми шпатами (до 30 %), известняками (7–10 %), кварцитами (8–10 %), эффузивами (до 20 %), чешуйками биотита, хлорита, мусковита (до 5 %), единичными зернами циркона. Цемент базального типа карбонатный, карбонатно-глинистый, микрозернистый или аморфный.

Известняки и мергели темно-серые, с коричневатым оттенком, от тонко- до скрытокристаллических, неслоистые. Отдельность комковатая. Встречаются караваеобразные водорослевые образования.

Кохайская свита (алевролиты) имеет халько-сидеро-литофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов близки к породным кларкам, ванадий и фосфор в 3 раза, иттрий, цинк в 2 раза выше; цирконий в 2 раза ниже кларка (прил. 13).

На АФС выходы свиты характеризуются сглаженным рельефом, полосчатым рисунком, обусловленным различным составом пород и серым фототонном.

На площади фаунистические остатки в свите не обнаружены. За пределами листа известны многочисленные находки фауны, флоры и спор, позволяющих датировать возраст вмещающих отложений как ранний фран–начало позднего франа: филоподы *Glyptoasmussia excentrica* (Lutk.), *Euestheria hakassica* Nov., *Asmussia vulgaris* (Lutk.), *A. rotundula* (Lutk.) и др., остракоды *Knoxia(?) kochaiskiensis* Pol. (определения О. Ф. Якуниной), рыбы *Bothriolepis cellulosa* Pand., *Hypotlepis romota* Obr. [70ф].

Фаменский ярус

Тубинская свита (D_{3tb}) завершает разрез верхнего девона. Выделена Н. А. Беляковым и В. С. Мелешенко в 1953 г. В стратотипе на р. Туба она сложена алевролитами, в меньшей степени – песчаниками и аргиллитами, среди которых присутствуют прослои гравелитов и конгломератов.

На площади листа свита слагает ядро Новотроицкой антиклинали и совместно с кохайской свитой картируется вдоль южного обрамления Южно-Минусинской впадины. Также вскрыта скважинами к северу от пос. Катамор, в Новотроицкой антиклинали, на правом берегу р. Грязнушка и в среднем течении р. Бол. Шунерка. Свита обнажена и вскрыта скважинами незначительными по мощности фрагментами, поэтому представительные разрезы отсутствуют. Соот-

ношения с подстилающими образованиями кохайской свиты согласны. Ее нижняя граница проводится по пачке песчаников кварцевых желтовато- и коричневатого-серых с гравелитами в основании. Верхняя граница четкая, совпадает с подошвой зеленоцветной пачки, относимой к быстрянской свите нижнего карбона.

Свита представлена чередующимися красноцветными алевролитами и песчаниками, красно-бурыми и зеленовато-серыми мергелями, зеленовато-серыми аргиллитами, гравелитами. В нижней ее части наблюдаются внутрiformационные мелкогалечные конгломераты. От перекрывающих образований нижнего карбона отличается красноцветной окраской и отсутствием туфогенных пород. Характерной особенностью свиты, отличающей ее от кохайской и сближающей с ойдановской, является более широкое распространение алевропесчаников и песчаников, обладающих косоволнистой слоистостью. Нижняя часть свиты сложена песчаниками светло-серыми средне- и крупнозернистыми косослоистыми с прослойками гравелитов и конгломератов мощностью до 40 м. Конгломераты крупнообломочные полимиктовые. Характерно наличие пластов (до 15–20 м) песчаников кварцевого состава. Нижняя часть свиты вскрыта в скважине на левом борту руч. Грязный западнее пос. Сабинка, где на лилово-сиреневых, пятнисто-зеленых аргиллитах кохайской свиты залегают песчаники серые, беловато-серые кварцевые мелко-среднезернистые. Вскрытая мощность пачки песчаников – до 10 м.

Верхи свиты сложены коричневыми, пятнистыми, вишневыми алевролитами с известковистыми стяжениями с прослоями зеленовато-коричневых песчаников, голубовато-серых гравелитов на глинисто-известковом цементе и красно-бурых мергелей.

Верхняя часть разреза свиты в опорном обн. 16 (карьер у оз. Мал. Новотроицкое, западнее оз. Чёрное (сол.) представлена (снизу вверх):

1. Песчаники серые крупнозернистые массивные с линзами серовато-голубоватого аргиллит-известнякового гравелита с глинисто-известковистым цементом	0,8
2. Алевролиты коричневые косослоистые с прослоями вишневых тонкоплитчатых аргиллитов	1,2
3. Песчаники серые, зеленовато-серые мелкозернистые, постепенно переходят в алевролиты красновато-коричневые с зелеными пятнами, массивные	3,5
4. Алевролиты красновато-коричневые, пятнистые, вишнево-красные с известковыми стяжениями	5,2
5. Алевролиты известковистые красновато-коричневые, пятнистые, зеленовато-голубовато-серые комковатые. В нижней части линзы серовато-голубоватого гравелита с глинисто-известковистым цементом. Мощность прослоев – 6–8 см, в кровле пласта – будины кирпично-коричневого мелкозернистого мергеля с прожилками кварца	7,3
6. Алевролиты красновато-коричневые, пятнистые, зеленовато-голубовато-серые комковатые, с известковыми стяжениями	0,8
7. Гравелиты и конгломераты голубовато-серые косослоистые, цемент известковистый, крепкий. Прослой пятнистых кирпично-коричневых алевролитов с известковыми стяжениями	2,6
8. Алевролиты красновато-коричневые, пятнистые, вишнево-красные с известковыми стяжениями, с прожилками кварца	6,5
9. Гравелиты и конгломераты с аргиллит-известковистым цементом, тонкие прослой вишневого аргиллита	0,5
10. Алевролиты красновато-коричневые с известковыми стяжениями и прослоями зеленовато-коричневых гравелитов и коричневых мергелей	4,6

Мощность по разрезу – 33 м. Выше несогласно залегает пачка серых окремненных известняков быстрянской свиты.

Мощность свиты изменяется от 350 до 1000 м, что связано с размывом верхних частей свиты вследствие предкарбонного перерыва.

Алевролиты в составе свиты резко преобладают над другими породами. Цвет их кирпично-красный, участками коричневый, они трещиноватые и грубослоистые.

Песчаники от желтовато- и коричневатого-серых до кирпично-красных (в верхних частях разрезов), полимиктовые грубослоистые, трещиноватые, разнозернистые. Состоят (%) на 85–90 из окатанных и полуокатанных обломков (размером от 0,15 до 0,5 мм) кварца (30–40), кварцита (15–20), полевых шпатов (10–15), эффузивных и интрузивных пород. Цемент поровый базальный, карбонатный.

Аргиллиты встречаются среди алевролитов в виде маломощных (1–2 м) прослоев. Они вишнево-красные или кирпично-красные грубослоистые, трещиноватые.

Тубинская свита имеет халько-сидеро-литофильную геохимическую специализацию. Содержание основных элементов близко к породным кларкам; ванадий и марганец в 3 раза, итрий, барий, фосфор, цинк в 2 раза выше кларка.

На АФС свита имеет полосчатый рисунок, образованный чередованием серых полос, обусловленных выходами алевролитов и аргиллитов, и светлых полос, обусловленных выходами песчаников, часто образующих куэстовый микрорельеф.

Отложения свиты образовались в мелководном лагунно-озерном бассейне с речными и временными водными потоками в окислительной среде.

Органическими остатками свита не охарактеризована. Вне изученной площади из ее пород собраны флора *Archeopteris roemeriana* (Goop.), *Pseudobornia ursine* и др., рыбы *Megistolepis klementzi* Obr., а также миоспоры, характерные для позднедевонского времени (поздний фран и фамен) [70ф]. Учитывая эти данные и положение в разрезе, тубинская свита отнесена к фаменскому ярусу.

КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА

Отложения карбона широко развиты в северной части площади (в пределах Южно-Минусинской впадины) и представлены тремя отделами. Они образуют две формации: осадочно-телепирокластическую и лимническую угленосную. Каменноугольные отложения рассматриваются в составе Южно-Минусинской структурно-формационной зоны (СФЗ), образуют естественные обнажения и вскрыты картировочными скважинами.

Вдоль западной рамки листа, от южного берега оз. Сосновое и далее на юг свиты нижнего карбона прослежены по точкам наблюдения и скважинам [73ф]. Несбойка с западным листом N-46-XXV и северным листом N-46-XX объясняется неточностью в рисовке границ вдоль рамки на соседних листах.

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Южно-Минусинская СФЗ

Нижнекаменноугольные отложения представлены осадочно-телепирокластической формацией, включающей быстрянскую, алтайскую, камыштинскую, самохвальскую, кривинскую свиты турнейского, соломенскую, ямкинскую, байновскую свиты визейского и подсиньскую свиту визейско-серпуховского ярусов.

Сероцветные отложения нижнего карбона с размывом налегают на красноцветные породы верхнего девона. Залегание пород пологое ($8-15^\circ$), однако в южном крыле Бейской мульды и на крыльях Черноозерской синклинали углы падения слоистости пород достигают 40° . Отличительной особенностью свит этого уровня является широкое распространение пепловых пирокластических образований.

Нижнекаменноугольные отложения в целом немагнитны, что обуславливает спокойный отрицательный характер магнитного поля. Остаточная намагниченность пород не превышает 10×10^{-3} А/м, магнитная восприимчивость изменяется в пределах 10×10^{-5} ед. СИ. Средняя плотность равна $2,52$ г/см³, наименьшими значениями обладают углистые породы – $(1,57-1,86)$ г/см³. Наблюдается незначительная закономерность в распределении плотности по вертикали: породы быстрянской свиты имеют среднюю плотность $2,58$ г/см³, а породы белоярской – $2,54$ г/см³. Туфогенные породы нижнего карбона практически немагнитны. Их магнитная восприимчивость колеблется $0-122 \times 10^{-5}$ ед. СИ, а туфы, туффиты подсиньской и байновской свит имеют колебания магнитной восприимчивости до 1500×10^{-5} ед. СИ. В магнитном поле площадь развития каменноугольных пород не находит четкого отражения. В остаточном поле силы тяжести породы карбона создают отрицательные локальные аномалии от -6 мГал (Бейская мульда) до -2 мГал (Новомихайловская антиклиналь), что обусловлено появлением углесодержащих пород с различной вертикальной мощностью.

В нижнекаменноугольной формации выделяются четыре основные группы пород: пирокластические, терригенные, смешанного состава и карбонатные. Литологическая характеристика пород дана с использованием материалов В. Т. Зорина по нижнему карбону Минусинского прогиба [13].

Группа пирокластических пород представлена пепловыми туфами и туффитами преимущественно кислого состава. Эти породы характерны для всего разреза нижнего карбона. Преобладающим компонентом является витрокластика ($60-100\%$), содержание кристаллокластики не превышает $10-20\%$, литокластики – до $10-15\%$. Выделяются витрокластические, кристалло-витрокластические и лито-кристалло-витрокластические разновидности туфов. Широко рас-

пространены слоистые и массивные разновидности. Окраска изменчива: зеленовато-серая, серая, розовато-серая, лиловая и др. Вулканическое стекло раскристаллизовано и замещено вторичными минералами. Форма витрокластов – рогульчатая, игольчатая, палочковидная, серповидная, пузырчатая. Кристаллокласты представлены кварцем, кислыми (альбит, олигоклаз) плагиоклазами, калиевыми полевыми шпатами, биотитом, а литокласты – преимущественно обломками кислого и щелочно-сапунчатого составов. Спорадически отмечаются обломки пемзы. Матрикс сложен различными минеральными новообразованиями, развивающимися по тонкому витрокластическому материалу. По характеру вторичных изменений среди туфов выделяются альбитизированные, анальцитизированные, кальцитизированные, глинизированные, кремнистые породы.

В составе терригенных пород присутствуют брекчии, конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты и аргиллиты. Брекчии слагают линзовидные пласты мощностью 0,3–0,5 м, залегающие внутри песчаниковых пачек. Сложены плохо сортированными слабоокатанными обломками туфов витрокластических серо-зеленого, голубого, реже коричневого цвета, размером от 2–3 мм до 20 см. Матрикс пеплово-песчаный полимиктовый разнозернистый. Конгломераты и гравелиты встречаются во всех свитах. По составу они лититовые и сложены обломками туфов, туффитов и других местных пород, сцементированными песчаным, пеплово-песчаным и песчано-известковым цементом.

Песчаники, алевропесчаники и алевролиты являются ведущей группой в составе терригенных пород. Выделяются кварцевые, кварц-полевошпатовые, полевошпат-лититовые, кварц-лититовые, лититовые полимиктовые разновидности.

Песчаники мелко- и среднезернистые, слоистые. Слоистость косая, косоволнистая, горизонтальная и волнистая.

Кварцевые песчаники окрашены в желто- и зелено-серый цвета. Они состоят (%) из кварца от 70–80 до 90–95, обломков полевых шпатов до 10–15, кремнистых пород и халцедона (до 8–10), в быстрянской и кривинской свитах; кроме того, отмечаются обломки известняков до 10–20. Цемент глинистый и глинисто-карбонатный.

Кварц-полевошпатовые разновидности песчаников имеют зеленовато-серую до коричневой и лилово-серой окраску и сложены преимущественно кварцем и полевыми шпатами (до 60–70 %). Соотношение между этими компонентами переменное. Обычны обломки эффузивов, гранитоидов и метаморфических пород, присутствуют мусковит и биотит. Песчаники, алевропесчаники и алевролиты этого состава характерны для отложений быстрянской, алтайской, камыштинской и кривинской свит, где они слагают прослой от 0,5–1 до 8–10 м.

Лититовые песчаники, алевропесчаники и алевролиты быстрянской, самохвальской и кривинской свит содержат примесь пирокластического материала, сложены обломками (до 60–70 %) интенсивно измененных пород. Обычна примесь (до 20–30 %) кварца и полевых шпатов. Цемент пеплово-глинистый.

Аргиллиты по составу полиминеральные, реже – монтмориллонитовые, содержат примесь витрокластического материала. Сохранность последнего плохая, вследствие чего эти породы сложно отделить от сходных с ними визуально витрокластических алевролитовых разновидностей туфов. Окраска пород – серая, зеленовато-серая, голубовато-серая до коричневой и лилово-серой. Мощность прослоев аргиллитов от 0,1–0,2 до 3–5 м. Встречаются по всему разрезу нижнего карбона.

Группа карбонатных пород представлена известняками и мергелями.

Известняки пользуются наиболее широким распространением в отложениях быстрянской, камыштинской и соломенской, в меньшей степени – кривинской свит. Среди них выделяются две разновидности: хомогенные (микрозернистые и кристаллически-зернистые) и органогенные (биоморфные).

Хомогенные известняки («туфоизвестняки») содержат примесь (до 30–50 %) пеплового материала. Микрозернистые разновидности имеют серую и темно-серую окраску, кристаллически-зернистые – зеленовато- и коричневатую-серую окраску. Мощности пластов достигают 15 м. По простиранию они замещаются туффитами глинисто-известковыми и кальцитизированными туфами.

Биоморфные известняки характерны для камыштинской свиты и представлены строматолитовыми, реже – онколитовыми разновидностями. Окраска пород серая. Форма тел пластовая, линзовидная (караваеобразная) и желваковая.

Мергели имеют серый, желтовато-, зеленовато- и буровато-серый цвета и известковый или доломитовый состав. Встречаются на тех же уровнях, что и известняки, с которыми они парагенетически связаны, содержат примесь пеплового материала и по простиранию могут замещаться кальцитизированными туфами и туффитами. Мощность пластов – от 0,1–0,2 до 3–5 м.

Турнейский ярус

Быстрианская свита (*C₇bs*) выделена Н. А. Беляковым, В. С. Мелещенко в 1953 г. в районе дер. Быстрая, где представлена туффитами, песчаниками, туфами общей мощностью около 70 м.

Отложения распространены на крыльях Новотроицкой антиклинали, Черноозерской синклинали, на южном крыле Очурской синклинали (бассейн рек Грязнушка и Орловка). Они образуют естественные выходы и вскрыты картировочными скважинами. Непрерывные разрезы свиты отсутствуют ввиду слабой обнаженности.

Свита сложена зеленовато-серыми, серовато-бурыми, серыми доломитизированными известняками со стяжениями красного и серого халцедона, серыми, желтовато-серыми, желтыми туфами, туффитами, песчаниками и алевролитами с прослоями аргиллитов, гравелитов. Характерными особенностями свиты являются наличие в ее составе маркирующих пачек тонкопереслаивающихся пород смешанного состава (ритмитов), их сероцветная окраска и специфический состав органических остатков.

Свита залегает несогласно, с корой выветривания в основании, на образованиях тубинской свиты верхнего девона и перекрывается без видимых следов перерыва пестроцветными туффитами и туфами алтайской свиты. По литолого-фациальным особенностям быстрианская свита разделяется на нижнюю, среднюю и верхнюю части.

Нижняя часть свиты имеет доломитово-известняковый состав. Она сложена серыми скрытозернистыми, массивными, с многочисленными извилистыми халцедоновыми прожилками (мощностью до 5 см), оолитовыми известняками и зелеными доломитизированными аргиллитами и алевролитами с линзовидными пластами конгломератов и гравелитов серовато-бурого цвета (мощностью до 0,7 м). Гальки (размером до 3–4 см) представлены кремнями, обломками пород тубинской свиты, известняками, микрокварцитами. Нижний и верхний контакты пачки резкие. Ее общая мощность составляет от 1,5 до 5 м. Мощности слоев резко непостоянны.

Нижняя часть разреза свиты вскрыта в опорном обнажении 16 у оз. Мал. Новотроицкое, западнее оз. Чёрное (сол.), где на красноцветных алевролитах тубинской свиты несогласно залегают известняки серые скрытозернистые, массивные с прослоями известковистой брекчии (с цементом зеленовато-серым глинисто-известковистым) и прослоями до 5 см мощностью, халцедона красно-коричневого и белого цветов. Мощность известняков составляет 2,5–3,8 м. В южном крыле Черноозерской синклинали в основании свиты залегают конгломераты, а в северном крыле – пачка зеленых доломитизированных аргиллитов и алевролитов массивных, плитчатых с прослоями известковистых брекчий с обломками зеленых алевролитов и комковатых известняков. Присутствие данных горизонтов нижней пачки свиты указывает, по мнению Зорина, на формирование специфической коры выветривания в период, предшествующий накоплению отложений быстрианской свиты [13].

Средняя часть свиты состоит из глинисто-алевролитистых тонкослоистых туффитов и туфов, перекрытых песчаниками крупнозернистыми массивными на кремнистом цементе. Окраска пород серая, зеленовато-серая. Туфы состоят (%) из обломков (55), зерен кварца (3), плагиоклаза (2) и витрокластов (50). Связующее вещество (45 %) – окремненное, содержит кислое вулканическое стекло, карбонат, хлорит.

Верхняя часть свиты – песчано-туфогенная, сложена чередованием песчаников, туфов и известняков. Окраска пород серая, зеленовато-серая, иногда темно-серая. Эта часть вскрывается в разрезе 18 на правом берегу р. Енисей, на мысе Шунерский (снизу вверх) (рис. 23):

1. Песчаники кварцевые серые мелкозернистые массивные	1,0
2. Тонкое, ритмичное переслаивание песчаников светло-зеленовато-серых мелкозернистых массивных с лиловыми и темно-серыми пепловыми туфами, в песчаниках – линзы лиловых листоватых алевролитов	3,5
3. Туфоалевролиты вишнево-лиловые тонкоплитчатые с прослоями и линзами серо-желтых песчаников	3,5
4. Песчаники желтовато-серые мелкозернистые, вверх по разрезу переходящие в туффиты алевролитовые серые с многочисленными лиловыми пятнами и полосами, с червеобразными выделениями анальцима мощностью 1–3 мм. В песчаниках – глинистые конкреции размером до 10 см	7,0

Выше залегают красноцветные туффиты алтайской свиты.

Общая мощность по разрезу – 15 м.

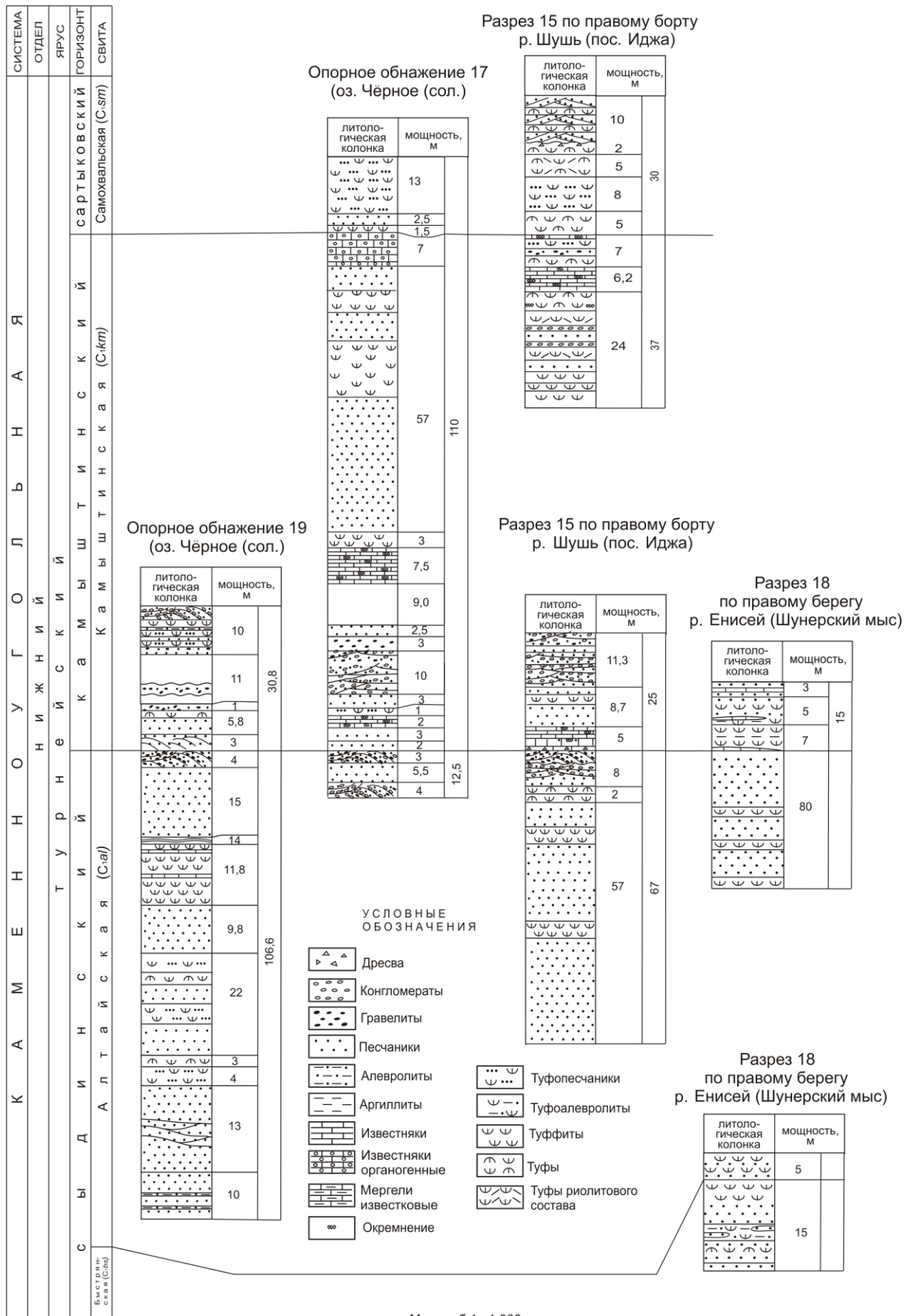


Рис. 23. Схема корреляции разрезов быстринской, алтайской, камыштинской свит раннего карбона.

Мощность свиты сильно изменчива: от 25 м на западе до 110 м на востоке площади (правобережье р. Енисей).

Быстрианская свита (песчаники, туфы) имеет сидеро-литофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов близки к породным кларкам; марганец в 2,9 раза выше, титан в 10 раз, никель в 7 раз, хром и бор в 4 раза, кобальт и цирконий в 3 раза ниже кларка.

Органические остатки в свите на листе не обнаружены. Ее возраст определяется раннетурнейским (постэтренский) на основании сборов на смежных площадях флоры *Pseudolepidodendropsis carnegianum* (Heer) и др. и миоспор [71ф].

Алтайская свита (С_{1al}) выделена А. В. Тыжновым и О. В. Тыжной в 1949 г. В стратотипе на р. Енисей у с. Алтай она сложена красноцветными туффитами, песчаниками, пепловыми туфами и имеет мощность около 100–110 м.

Отложения прослежены в бортах Черноозерской синклинали, в береговых обрывах рек Енисей и Орловка севернее с. Шунеры и вскрыты скважинами [58ф].

Свита представлена ритмичным чередованием песчаников и пирокластических пород (алевритовых и алевропсаммитовых туфов и туффитов, туфопесчаников) с прослоями гравелитов, конгломератов. Мощность прослоев изменяется от 0,1–0,3 до 20–30 м. Окраска пород красно-коричневая, сиреневато- и лилово-серая, реже, зеленовато-серая. Пирокластические породы характеризуются более темными тонами окраски – сиренево- и лилово-серыми, либо красно-вишневыми.

Отличительными особенностями свиты являются наличие туфогенного материала, ритмичность строения и преимущественно красноцветная окраска.

Свита залегает без видимых следов перерыва на быстрианской свите и перекрывается песчаниками камыштинской свиты. Из-за сходного литологического состава ее не везде удастся выделить из объема быстрианской свиты. Нижняя граница проводится по подошве крупнозернистых известковистых розовых, реже зеленых песчаников мощностью 4–8 м. Верхняя граница в большинстве разрезов резкая, проводится по основанию пачки песчаников с линзами известняков либо ритмитов туфо-туффитного состава камыштинской свиты (разрез 18) (рис. 23).

В нижней части разрезов главную роль играют песчаники и туфопесчаники, а в верхней являются прослой гравелитов и конгломератов.

Наиболее полный разрез свиты представлен западнее оз. Чёрное (сол.) в опорном обн. 19 (снизу вверх) (рис. 23):

1. Песчаники (туфопесчаники?) лилово-сиреневые мелкозернистые, тонкогоризонтальнослоистые. Тонкие прослой вишневых алевролитов мощностью до 1 см	10,0
2. Песчаники красно-коричневые мелкозернистые горизонтально-косослоистые, толстоплитчатые	13,0
3. Туфопесчаники лилово-сиреневые мелкозернистые тонкогоризонтальнослоистые	4,0
4. Туфы сиренево-серые горизонтальнослоистые, тонкоплитчатые	3,0
5. Переслаивание песчаников красно-коричневых мелкозернистых горизонтально-косослоистых и сиренево-лиловых туфопесчаников, мелкозернистых горизонтальнослоистых, прослой туфов темно-серого цвета	22,0
6. Песчаники красно-коричневые мелкозернистые горизонтально-косослоистые, толстоплитчатые	9,8
7. Туффиты алевритисто-песчанистые, вишнево-коричневые, пятнистые, с зеленовато-серыми пятнами, с глыбовой и неровноплитчатой отдельностью с прослоями известняков коричневых массивных и светло-зеленых мощностью 0,2–0,3 м	11,8
8. Задерновано	14,0
9. Песчаники красно-коричневые мелкозернистые горизонтально-косослоистые, толстоплитчатые	15,0
10. Гравелиты с прослоями песчаников крупнозернистых, косослоистых, ожелезненных, цемент красно-коричневый	4,0

Выше с размывом залегают песчаники камыштинской свиты.

Общая мощность по разрезу – 106,6 м.

В северо-западном борту Черноозерской синклинали, в опорном обн. 18 на южном берегу оз. Мал. Новотроицкое (сол.), мощность ритмитов коричневых мелкозернистых горизонтально-слоистых песчаников и вишнево-коричневых алевритисто-песчанистых туффитов составляет около 60 м. В кровле слоя песчаников отмечаются прослой красно-коричневых туфопелитов и серых туфов кислого состава тонкоплитчатых мощностью 1,5–2,0 м. Разрез алтайской свиты завершают конгломераты мощностью до 7 м. Выше залегают красноцветные песчаники с се-

рыми известняками с халцедоном камыштинской свиты. Общая мощность по разрезу – 99,5 м. Аналогичный разрез № 15 мощностью 67 м установлен по правому борту р. Шушь.

Мощность свиты принимается менее 115 м.

Песчаники имеют красно-коричневую, серую, розовую, желтовато-серую, реже зеленовато- и сиреневато-серую окраску, полимиктовый состав. Состав терригенных пород (%): кварц (30–45), полевой шпат (45–60), микрокварциты (5–20), примеси – эффузивы, гематит, магнетит, хлорит, эпидот, мусковит, иногда биотит. Цемент контактовый и поровый, карбонатный и гематитовый.

Туфы кристалло-витролитокластические. Минеральный состав обломков (%): кварц 10, плагиоклаз 5, мусковит 1, биотит 1, витрокласты 25, литокласты 6. Цемент – преобразованный витрокластический пепел. Основная масса – 49 %: кислое вулканическое стекло; акцессорные минералы: эпидот; вторичные: кварц, серицит. Порода состоит из обломков светлого серовато-желтого вулканического стекла, кварца, плагиоклаза и литокластов эффузивных пород. Обломки пород более окатанные, чем минералы и витрокласты, замещаются серицитом. Встречаются бесцветные чешуи мусковита и темно-зеленого биотита размером до 0,2 мм. Связующая масса имеет витрофиговую структуру и состоит из большого количества мелких вытянутых и расплюснутых частиц вулканического стекла. Осколки стекла часто окремнены. Поры в породе заполняются сотовидным кварцем, по периферии замещаются серицитом.

Конгломераты крупногалечные коричнево-красные косослоистые, волнистослоистые, галька в основном кремнистая, размером 1–3 см, хорошоокатанная.

Алтайская свита имеет халько-литофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов близки к породным кларкам; фосфор в 2 раза выше, никель в 6 раз, хром в 3 раза, кобальт, цирконий в 2 раза ниже кларка (прил. 13).

Раннетурнейский возраст свиты определяется сборами на смежных площадях флоры *Psuedolepidodendropsis carneggianum* (Heer) и др., находками ихтиофауны и комплексом миоспор [71ф].

Камыштинская свита (С₄к_т) выделена А. В. Тыжновым и О. В. Тыжновой в 1967 г. Стратотип находится на правом берегу р. Енисей выше с. Каменка, где свита представлена серыми, лиловато-серыми и розовато-серыми туфами, песчаниками и известняками общей мощностью около 85 м.

На площади листа свита обнажается в виде узких полос на крыльях синклинальных структур совместно с быстрянкой и алтайской свитами, в долинах рек Иджа, Енисей, Орловка, Бол. Шунерка, вскрыта картировочными скважинами [58ф].

Свита представлена переслаивающимися пестроцветными, преимущественно сероцветными, лилово-серыми и желтовато-серыми туффитами, светло-серыми туфами кислого состава, окремнелыми известняками, песчаниками, конгломератами и гравелитами. Мощности слоев изменяются от 0,1–0,2 до 10–15 м. В нижней и верхней частях свита сложена тонкопереслаивающимися туфами, туффитами и известняками, в средней – преобладают конгломераты и гравелиты. В основании свиты прослеживается невыдержанная, замещающаяся по простиранию туффитами, туфами и известняками пачка кварцевых и полевошпат-кварцевых песчаников. Характерной особенностью разнотермных желтовато-серых, серых кварцевых песчаников, помимо состава, является невысокая степень литификации. Окремнелые известняки в виде пластов мощностью более 1 м встречены в подошве и в кровле свиты. К отложениям свиты приурочены пласты светлоокрашенных туфов риодацитов и дацитов.

Отличительными особенностями свиты являются широкое распространение окремнелых известняков, приуроченных к подошве и к кровле свиты, пласт кварцевых песчаников в основании свиты и специфический состав органических остатков.

Нижняя граница резкая, проводится по кровле мощной (до 20 м) пачки коричнево-красных песчаников алтайской свиты, верхняя – по кровле верхнего пласта известняков. В опорном обн. 19 западнее оз. Чёрное (сол.) (рис. 23) в основании свиты залегают песчаники серые среднетермные кварцевые косослоистые мощностью до 3 м, замещающиеся по простиранию туффитами (разрез 18, правый борт р. Енисей, мыс Шунерский) и известняками (опорное обн. 16).

Нижняя часть свиты представлена в опорном разрезе 18 по правому борту р. Енисей. Здесь на песчаниках алтайской свиты согласно залегают (снизу вверх):

1. Туффиты алевритистые красно-коричневые тонкоплитчатые с прослоями лилово-вишневых аргиллитов мощностью 0,2–0,3 м, среди туфоалевролитов линзы, прослои, будины розовых известняков до 5 шт. в слое, мощностью 0,3–0,5 м. По простиранию их мощность уменьшается до 1 см

7,0

2. Чередование песчаников розовато-серых мелкозернистых, мощностью 0,2–0,3 м и туффитов алевритистых красно-коричневых тонкоплитчатых, мощностью 0,5–0,6 м. В туффитах отмечаются линзы и прослой розово-серых известняков мощностью до 15 см. Контакт с нижележащим слоем четкий	5,0
3. Песчаники розовато-серые мелкозернистые с прослоями и будинами известняков розовых мощностью до 0,6 м	3,0

Общая мощность по разрезу – 15 м.

Наиболее полный разрез свиты представлен в опорном обн. 17 (оз. Чёрное (сол.), где на волнистой поверхности гравелитов алтайской свиты залегают (снизу вверх) (рис. 23):

1. Песчаники светло-серые мелкозернистые массивные на кремнистом цементе	2,0
2. Песчаники вишнево-коричневые мелкозернистые массивные, плитчатые	3,0
3. Известняки серые массивные с кремнями	2,0
4. Туфопесчаники ярко-зеленые мелкозернистые плитчатые	1,0
5. Песчаники коричневые мелкозернистые массивные, плитчатые. Песчаники сложены кварцем – 50 %, полевым шпатом – 30 %, микрокварцитами – 5–10 %, реже биотитом, эпидотом, мусковитом, лимонитом, актинолитом, апатитом. Цемент кремнисто-карбонатный	3,0
6. Конгломераты крупногалечниковые, полимиктовые. Галька хорошо окатана, представлена красно-коричневыми крупнозернистым песчаником и гравелитом. Цемент железистый	до 10,0
7. Гравелиты с прослоями красно-коричневых крупнозернистых песчаников	3,0
8. Песчаники коричневые мелкозернистые массивные, плитчатые	2,5
9. Задерновано	9,0
10. Известняки серые массивные, излом неровный. Прослой кремней до 0,2 м	7,5
11. Туффиты лилово-серые тонкоплитчатые	3,0
12. Переслаивание песчаников коричневых и туффитов пестро-вишнево-серых тонкоплитчатых, пятнистых	57,0
13. Известняки темно-серые слоистые, строматолитовые, скорлуповидные	7,0

Выше по разрезу согласно залегают туфопесчаники самохвальской свиты.

Общая мощность по разрезу – 110 м.

Верхняя часть свиты туфо-туффитового состава вскрыта по правому борту р. Иджа в опорном разрезе 15 (снизу вверх) (рис. 23):

1. Туффиты зеленые массивные с «раковистым» изломом	3,0
2. Туффиты алевритистые зеленовато-серые полосчатые	2,0
3. Туффиты зеленые массивные, с кусковой отдельностью и с «раковистым» изломом	3,0
4. Песчаники карбонатные серые массивные	2,0
5. Туфы кислого состава кремневые тонкоплитчатые	2,0
6. Конгломераты среднегалечниковые, косослоистые	2,0
7. Песчаники серые среднезернистые, переходящие в гравелиты косослоистые	1,5
8. Конгломераты серые среднегалечниковые, косослоистые, цемент песчаный	2,5
9. Туфы ярко-зеленые тонкоплитчатые	3,0
10. Туффиты ярко-зеленые кремнистые с прожилками халцедона, с червеобразными выделениями анальцима	3,0
11. Известняки серые массивные с кремнями, прожилки халцедона	6,2
12. Туффиты кремнистые зеленые	2,5
13. Песчаники серые среднезернистые, переходящие в гравелиты косослоистые	1,5
14. Туфопесчаники до туффитов зеленовато-серые и серые тонкоплитчатые	1,5
15. Известняки серые массивные с кремнями, прожилки халцедона	1,5

Мощность разреза – 37 м. Выше залегают туфопесчаники самохвальской свиты.

Общая мощность подразделения – менее 110 м.

Песчаники сложены кварцем – 50 %, полевым шпатом – 30 %, микрокварцитами – 5–10 %, реже биотитом, эпидотом, мусковитом, лимонитом, актинолитом, апатитом.

Кварцевые песчаники окрашены в желто- и зелено-серый цвета. Они состоят (%) из кварца (от 70–80 до 90–95), обломков полевых шпатов (до 10–15), кремнистых пород и халцедона (до 8–10). Цемент глинистый и глинисто-карбонатный.

Кварц-полевошпатовые разности песчаников имеют зеленовато-серую до коричневой и лилово-серой окраску и сложены преимущественно кварцем и полевыми шпатами (до 60–70 %). Соотношение между этими компонентами переменное. Обычны обломки эффузивов, гранитоидов и метаморфических пород, присутствуют мусковит и биотит.

Известняки, характерные для камыштинской свиты, представлены строматолитовыми, реже – онколитовыми разностями. Окраска пород серая. Форма тел пластоватая, линзовидная (караваеобразная) и желваковая.

Камыштинская свита имеет литофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов близки к породным кларкам; фосфор в 2 раза выше; никель в 6 раз, марганец в 4 раза, хром, бор и кобальт в 3 раза, цирконий в 2 раза ниже кларка. Отмечается повышенная фосфатность известняков, содержание P_2O_5 достигает 12,4 %.

Ее отложения обычно слагают гребни куэстовых гряд, на АФС имеют светлый фототон и полосчатый рисунок.

Органические остатки на территории листа в породах свиты не обнаружены. Ее раннекаменноугольный возраст определяется по находкам на сопредельной площади листа N-46-XX (Абакан) остракод, брахиопод, филопод, рыб (*Pycnoctenion siberiacus*, *Rhizodopsis savenkovii* Obr. и др.) и флоры турнейского века [70ф].

Самохвальская свита (С_{7sm}) выделена в 1944 г. А. В. Тыжновым и О. В. Тыжновой. В стратотипе на горе Самохвал у г. Абакан свита представлена туффитами, туфами и песчаниками, с подчиненными прослоями и линзами известняков и гравелитов, общей мощностью около 80 м. Окраска пород зеленая и коричневая.

На площади отложения прослежены на крыльях синклинальных структур, обнажаются у оз. Чёрное, Красное, на правом берегу р. Енисей и на р. Шушь.

Свита представлена туфами, туффитами, туфопесчаниками, полимиктовыми песчаниками, с прослоями и линзами туфоалевролитов, гравелитов и известняков. Состав свиты непостоянен и характеризуется различным соотношением основных типов пород. Так, в разрезах на левом берегу р. Енисей преобладающим типом пород являются туфы и туффиты, тогда как на правом значительную роль играют песчаники. В отличие от стратотипического, изученные разрезы более насыщены известковистыми туффитами, песчаниками и известняками. Окраска пород от красноцветной, лиловой, коричневой до зеленой, зеленовато- и желтовато-серой.

Нижняя граница согласная, проводится по появлению мощной зеленоцветной пачки туфопесчаников или сероцветных полимиктовых песчаников с линзами гравелитов. В основании свиты местами залегают конгломераты мощностью около 6 м. В верхней части преобладают туфы и туффиты с прослоями известняков, появляются известковистые туфы. Известняки в виде слоев мощностью от 0,4 до 2,5 м встречаются среди зеленых туфоалевролитов. Верхняя граница постепенная, «скользящая», проводится по основанию мощной пачки красноцветных туфопесчаников с линзами коричневых кальцитизированных песчано-алевритистых туффитов (либо известковистых песчаников или известняков).

Наиболее полный разрез свиты изучен по южному побережью оз. Красное (опорное обнажение 14), где на известняки камыштинской свиты залегают (снизу вверх) (рис. 24):

1. Гравелиты на кремнистом цементе серые косослоистые	2,0
2. Песчаники на кремнистом цементе серые от крупно- до мелкозернистых, неяснослоистые и косослоистые с лепидофитовой флорой <i>Lepidodendropsis(?)</i> sp., прослой голубовато-серого песчаника с растительным детритом	28,0
3. Туффиты алевритистые буровато-серые, серо-зеленые, пятнистые, тонкоплитчатые, прослой туфопесчаников известковистых зеленовато-серых мелкозернистых	50,0
4. Туффиты алевропесчанистые ярко-зеленые, тонкоплитчатые с прослоем серого известняка органического и комковатых известняков темно-зеленого и бурого цветов мощностью до 0,5 м	50,0
5. Песчаники серые мелкозернистые тонкоплитчатые	2,5
6. Туфопесчаники и туфоалевролиты серо-зеленые с прослоями комковатых будированных зеленовато-серых известняков	12,5

Мощность по разрезу составляет 145 м.

Нижняя и верхняя границы свиты представлены в опорном разрезе 15 в восточной части площади по правому борту р. Иджа у пос. Иджа, где на известняки камыштинской свиты залегают (снизу вверх) (рис. 24):

1. Туффиты зеленые массивные, крепкие	5,0
2. Туфопесчаники зелено-серые крапчатые, с червеобразными выделениями белого анальцима	8,0
3. Туфы кислого состава кремневые, опоковидные, тонкоплитчатые	5,0
4. Туффиты зеленые массивные с прослоями кремней и туфобрекчий	2,0
5. Песчаники зеленовато-серые и желтовато-серые мелко- и среднезернистые косослоистые с прослоями туфоалевролитов зеленовато-серых и туфов светло-серых	10,0

6. Задерновано	до 40,0
7. Туфы зеленовато-розовые массивные	2,0
8. Туфы зеленые и ярко-зеленые полосчатые с прослоями серого песчаника	2,0
9. Туффиты зеленые массивные с тонкими слоями туфов ярко-зеленых с червеобразными выделениями белого анальцима	6,0
10. Туфопесчаники зеленовато-серые мелкозернистые косослоистые с нитевидными прослоями вишневого аргиллита	16,0
11. Песчаники зеленовато-серые мелкозернистые косослоистые с прослоями лилово-вишневых алевролитов	3,0
12. Песчаники серо-коричневые мелкозернистые косоволнистослоистые	3,0
13. Задерновано	20,0
14. Песчаники серо-коричневые мелкозернистые горизонтально-косоволнистослоистые с нитевидными прослоями вишневого аргиллита с будинами коричневого известняка (или известковистого песчаника)	10,0
15. Туфы зеленые и ярко-зеленые полосчатые с прослоями алевролитов лилово-коричневых тонкоплитчатых	4,0
16. Песчаники серо-коричневые мелкозернистые косоволнистослоистые	8,0
17. Песчаники зелено-коричневые мелкозернистые с прослоями коричневого песчаника и линзовидными пластами коричневых кальцитизированных разностей туффитов песчано-алевритистых	6,0

Мощность разреза – 150 м. Выше залегают туфы кривинской свиты.

Мощность свиты изменяется от 80 до 150 м.

Туффиты зеленовато-серые состоят (%) из кварца и кислого стекла 50–60, кислых плагиоклазов 10–20, хлорита, гематита, магнетита, лимонита; цемент базальный глинисто-кремнисто-хлоритовый с лимонитом или гематитом.

Песчаники зеленовато- и буровато-серые сложены обломками кварца (30–60 %), полевых шпатов (30–40 %), микрокварцитов (10–25 %), кислых и средних эффузивов, а также хлоритом, гематитом, магнетитом, лимонитом, мусковитом, эпидотом, титанитом, апатитом. Цемент глинисто-карбонатно-гематитовый базальный и поровый.

Состав обломочной части гравелитов аналогичен таковому в песчаниках.

На АФС свита имеет светлый фототон и полосчатый рисунок на склонах гряд.

Для свиты характерна насыщенность пород лепидофитовой флорой, в основном стволами. В стратотипе свиты (вне листа) определены *Lepidodendropsis hirmeri* Lutz., *Tomiodendron varium* (Radcz.), *Pseudolepidodendron cf. concinnum* (Radcz.) и др. [70ф]. Возраст свиты по положению в разрезе и с учетом данных по флоре принимается позднеурнейским [60ф].

Песчаники свиты пригодны для производства щебня.

На разрезе геологической карты быстрянская, алтайская, камыштинская и самохвальская свиты даны объединенными (C_{1bs-sm})

Кривинская свита (C_{1kr}) выделена А. В. Тыжновым и О. В. Тыжновой в 1944 г. Стратотип выбран на правом берегу р. Енисей ниже с. Кривинское, где свита представлена красновато-коричневыми, зеленовато- и желтовато-серыми туфами и туффитами с прослоями известняков, алевропесчаников и алевролитов мощностью около 290 м.

На площади листа свита прослежена у озер Чалпан, Красное, на обоих берегах р. Енисей и на правом берегу р. Шушь. Обе границы свиты согласные. Верхняя граница выражена четко и проводится по появлению пластов и пачек окремненных известняков соломенской свиты.

Свита сложена туфопесчаниками с прослоями туффитов, туфов, туфоалевролитов, редко известняков. Характерны линзообразные пласты кальцитизированных туффитов. Окраска пород красновато-коричневая, коричневая, желтовато- и зеленовато-серая, лилово-серая.

Строение свиты ритмичное, от туфопесчаников в основании до туфов псаммитовых с туфоалевролитами в верхних частях ритмов. Верхнюю трансгрессивную часть ритмов слагают известняки. Породы нижней ритмопачки имеют ярко-зеленый цвет, лежащие выше псаммитовые разности окрашены в коричневые тона с розовым и вишневым оттенками, алевролитовые разности – в зеленые либо пестрые.

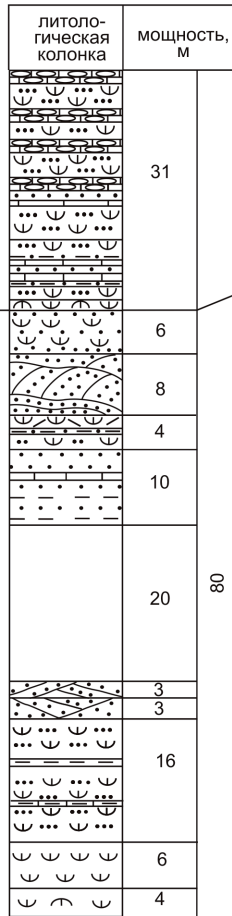
Отличительными особенностями свиты являются ее относительно однообразный состав и преимущественно красноцветная окраска отложений.

Обобщенный разрез свиты представлен в опорных разрезах 15, 18 (правый берег р. Шушь, р. Енисей) (снизу вверх) (рис. 25):

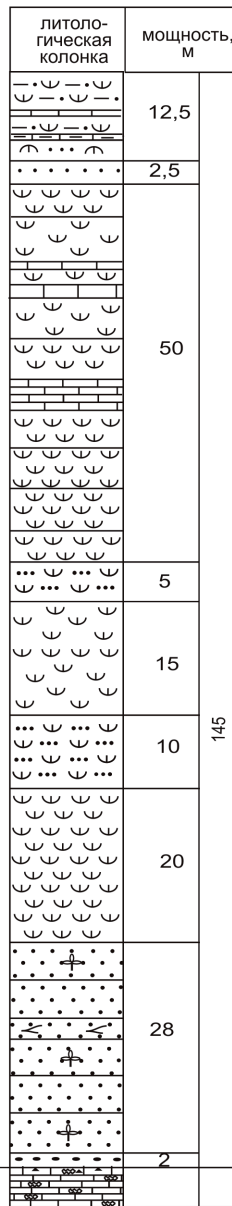
1. Туфы ярко-зеленые с будинами зеленых известняков	0,5
2. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные с прослоями коричневых алевролитов и лилово-коричневых известняков	11,5

СИСТЕМА	КАМЯНОУГОЛЬНАЯ
ОТДЕЛ	Камыштинский
ЯРУС	Камыштинская (С ₁ km)
ГОРИЗОНТ	Турнаевский
СВИТА	Камыштинская (С ₁ km)
	Самохвальская (С ₁ sm)
	Кривинская (С ₁ kr)

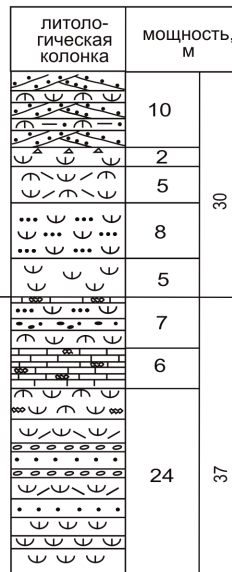
Разрез 15 по правому борту р. Шушь



Опорное обнажение 14
Разрез по южному берегу оз. Красное



Разрез 15 по правому борту р. Шушь (пос. Иджа)



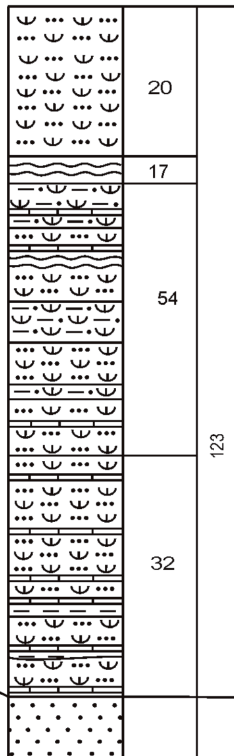
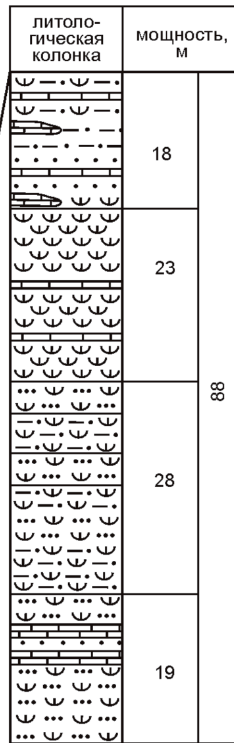
- Дресва
- Конгломераты
- Песчаники
- Алевролиты
- Аргиллиты
- Известняки
- Известняки будинированные
- Мергели известковые
- Туфопесчаники
- Туфоалевролиты
- Туффиты
- Туфы
- Туфы риолитового состава
- Флора
- Растительный детрит
- Окремнение

Масштаб 1 : 1 000

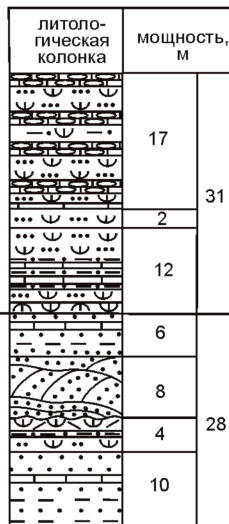
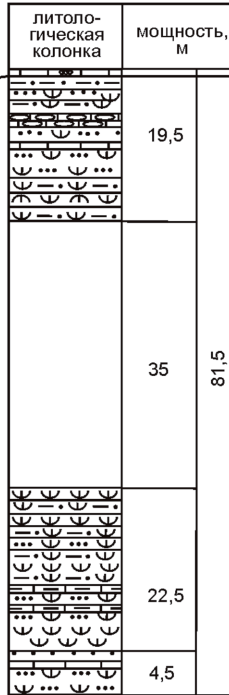
Рис. 24. Схема корреляции разрезов камыштинской, самохвальской свит раннего карбона.

СИСТЕМА	КАМЕННООУГОЛЬНАЯ
ОТДЕЛ	нижний
ЯРУС	картский
ГОРИЗОНТ	картский
СВИТА	самохвальская (С.см)
ПОДСВИТА	кривинская (С.кр)
	соломенская (С.сл)
	ямкинская (С.йм)
	нижнямякинская (С.йм.)

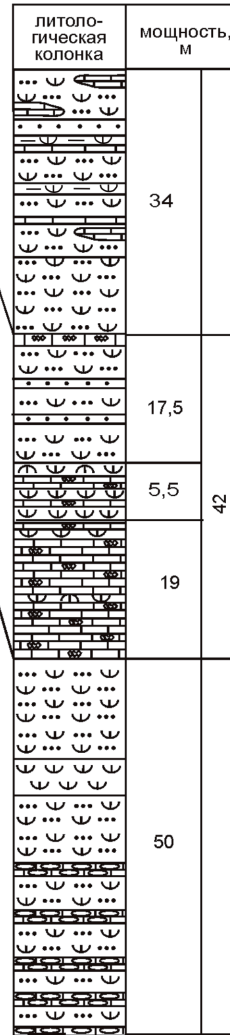
Разрез 18
по правому берегу
р. Енисей (Шунерский мыс)



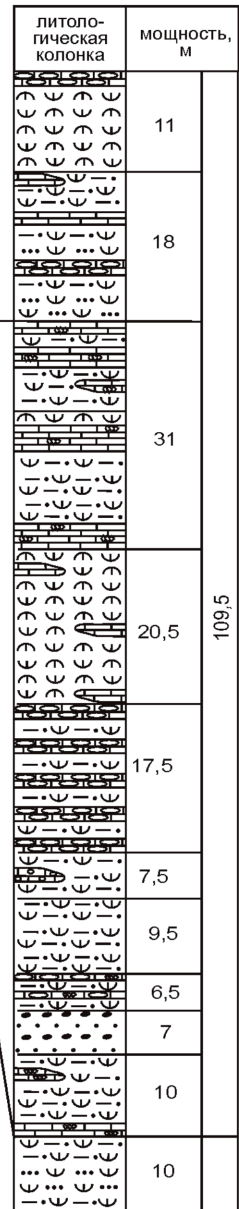
Разрез 15
по правому борту р. Шушь



Опорное обнажение 9
левый берег р. Енисей
(о. Ойдак, пос. Кирово)



Опорное обн. 13
оз. Чалпан



- | | | | |
|--|--------------------------|--|---------------------------|
| | Гравелиты | | Мергели известковые |
| | Песчаники | | Известняки |
| | Алевриты | | Известняки органогенные |
| | Аргиллиты | | Известняки будинированные |
| | Туфопесчаники | | Окремнение |
| | Туфоалевриты | | |
| | Туфоаргиллиты | | |
| | Туффиты | | |
| | Туфы | | |
| | Туфы риолитового состава | | |

Масштаб 1 : 1 000

Рис. 25. Схема корреляции разрезов кривинской, соломенской свит раннего карбона.

3. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные	2,0
4. Известняки коричневые массивные с червеобразными выделениями белого анальцима	1,0
5. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные с прослоями серо-зеленых известняков, вверх по разрезу красно-коричневые туфоалевролиты тонкоплитчатые с прослоями до 2–3 см серо-зеленых, пятнистых известняков	16,0
6. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные с прослоями красно-коричневых туфоалевролитов тонкоплитчатых и серо-зеленых известняков	54,0
7. Задерновано	17,0
8. Туфопесчаники светло-коричневые, пятнистые от серой до лиловой окраски, мелкозернистые массивные, горизонтально- и косослоистые	20,0
9. Задерновано	
10. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные с прослоями лилово-коричневых известняков	19,0
11. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные с прослоями вишнево-коричневых туфоалевролитов	28,0
12. Туффиты ярко-вишнево-красные массивные алевритистые с прослоями серо-зеленых известняков	23,0
13. Тонкое чередование туфоалевролитов вишнево-лиловых, тонкоплитчатых с серо-зелеными пятнисто-коричневыми туффитами (ритмиты туфо-туффитного состава) и прослоями светлых опоковидных туфов	5,0
14. Туфопесчаники красно-коричневые мелкозернистые массивные с прослоями серо-зеленых известняков с червеобразными выделениями белого анальцима	5,0
15. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные с прослоями туфоалевролитов коричневых тонкоплитчатых и известняков коричневых будинированных мощностью до 1,0 м	9,5

Мощность разреза – 212,5 м. Выше залегают окремелые известняки соломенской свиты, граница резкая, в подошве известняков многочисленны прожилки халцедона.

Разрез верхней части свиты в левобережье р. Енисей в опорном обн. 9 (пос. Кирово) на юго-восточном борту Новомихайловской антиклинали (снизу вверх) (рис. 25):

1. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные, с прослоями будинированных коричневых известняков мощностью 0,05–0,3 м (аз. пад. 145, угол 8–10°)	14,0
2. Известняки зеленовато-серые будинированные, линзами невыдержанной мощностью с прослоями серо-зеленых тонкоплитчатых туфоалевролитов и лиловых туфов с тонкими (1–2 см) слоями халцедона	2,0
3. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные, с прослоями будинированного коричневого известняка	14,0
4. Туффиты серо-зеленоватые пятнистые алевритистые тонкоплитчатые	4,0
5. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые массивные, с прослоями будинированных коричневых известняков, мощностью 0,05–0,3 м	16,0

Выше согласно залегают окремелые известняки соломинской свиты.

Общая мощность по разрезу – 50 м.

Общая мощность кривинской свиты – менее 300 м. Только у с. Новомихайловка она возрастает до 300 м [4].

Туфопесчаники сложены угловатыми и полуокатанными обломками кварца – 20–25 %, кислого вулканического стекла – 20–45 %, полевых шпатов – 10–30 %, микрокварцитов – до 5 %, а также гематитом, эпидотом, актинолитом. Цемент базальный, контактовый, реже поровый, кремнисто-глинисто-карбонатный, карбонатно-гематитовый.

Туффиты отличаются от туфопесчаников более высоким (до 75 %) содержанием пирокластики.

Кривинская свита имеет литофильную геохимическую специализацию. Содержания основных элементов близки к породным кларкам; барий и фосфор в 2 раза выше, марганец в 7 раз, никель в 5 раз, цирконий в 2 раза ниже кларка.

На АФС выходы свиты представлены серыми горизонтами на склоне гряд среди белых полог самохвальской и соломенской свит.

Породы сформированы в условиях опресненной мелководной акватории.

Свита охарактеризована скудными находками на смежных площадях растительных остатков *Pseudolepidodendropsis concinnus* (Radcz.) и др. позднего турне [70ф]. На площади листа в правом борту р. Орловка из свиты выделен спектр с характерными видами спор: арейных *Retusisporites septalis* Jushko (7 %) и *R. septalis* Jushko. var. *minor* Kedo (8 %), с тонким пленчатым периспорием *Diafanozonotriletes submirabilis* Kedo (5 %), *Hymenozonotriletes hyalinus*

Naum. var. *tournaesis* Kedo (13 %) и *H. sp.* (5 %), зонатных *Archaeozonotriletes sp.* (6 %) и *Geminospora sp.* (3 %), шиповатых *Acanthotriletes rugatus* Naum. (2 %), бугорчатых *Lophotriletes spp.* (13 %), шагреневых *Trachytriletes solidus* Naum. (12 %) и *T. minutus* Naum. (15 %), гладких *Leiotriletes inermis* (Walz) Naum. (12 %), *L. simplicissimus* Naum. (1 %), *L. trivialis* Naum. (2 %), акаватных *Capillatisporites sp.* (2 %), каватных *Densosporites acerosus* Peters. (2 %). Таксономический состав спектра характерен для визейского яруса нижнего карбона (определения Н. Б. Доновой).

По мнению авторов отчета, в связи с тем, что выделенный палинокомплекс визейского яруса для кривинской свиты получен в единичных пробах, материала недостаточно для изменения возраста кривинской свиты. Необходимы дополнительные сборы. Возраст свиты принят поздне-турнейским [60ф].

Визейский ярус

Соломенная свита (C_1sl) выделена в 1957 г. М. И. Грайзером вместо чейской толщи А. В. Тыжнова и О. В. Тыжновой. Стратотип находится на правом берегу р. Бея у с. Соломенный Стан, где свита сложена пестроцветными известняками, туфами и туффитами и имеет мощность около 46 м. Нижняя граница свиты принимается за границу турнейского и визейского ярусов в Минусинском прогибе (Зорин, Петерсон, 1983, 1989).

На площади листа свита прослежена на крыльях Новомихайловской, Очурской и Бейской структур совместно с кривинской и ямкинской свитами.

Свита представлена на 50–60 % серыми и коричнево-серыми массивными сильно окремнелыми известняками с крупными стяжениями и прожилками красного, серого, редко черного халцедона, зеленовато-серыми и красновато-коричневыми пепловыми туфами и туффитами песчанистыми, алевритовыми и пелитовыми, создающими ритмы регрессивной направленности. Граница с подстилающими образованиями кривинской свиты согласная и проводится по появлению в разрезе пласта известняков мощностью от 1 м и более либо по подошве пачки ритмичного чередования известняков с туффитами. Верхняя граница постепенная и условно проводится по кровле окремнелых известняков. Окремнелые известняки являются хорошими маркирующими горизонтами.

Нижняя часть ритмов свиты сложена известняками с розовыми кремнями, с подчиненными прослоями пепловых туфов, средняя часть представлена чередованием известняков с туфоалевролитами, алевритовыми туффитами, верхняя часть сложена туфопесчаниками, псаммитовыми туффитами или туфами. Окраска пород пестрая. Характерны невыдержанность литологического состава и мощности свиты и замещение на относительно коротких расстояниях одних типов пород другими.

Наиболее полный разрез свиты вскрывается на южном берегу оз. Чалпан в опорном обнажении 13 (снизу вверх) (рис. 25):

1. Туфоалевролиты зеленоватого цвета с линзами и прослоями известняков серого цвета с красными кремнями	10,0
2. Туфогравелиты лилово-зеленые, лилово-коричневые	7,0
3. Известняки лилово-серые будинированные с кремнями красного цвета	6,5
4. Туфоалевролиты зеленого цвета	9,5
5. Туфоалевролиты пятнисто-лилово-зеленого и красно-коричневого цветов с линзами до 20 см и прослоями будинированных органогенных известняков	25,0
7. Туфы темно-коричневые с редкими линзами известняков серого цвета массивных	20,5
8. Туфоалевролиты лилово-серые с прослоями пятнистых серо-лиловых известняков с прожилками серого халцедона мощностью до 5 м	31,0

Нижняя граница свиты с туфоалевролитами кривинской свиты постепенная, проводится по подошве пласта окремнелого известняка. Верхняя граница с нижнеямкинской подсвитой совпадает с кровлей пласта окремнелых известняков, завершающих разрез свиты.

Мощность разреза – 109,5 м.

В опорном обн. 9 по левому берегу р. Енисей (пос. Кирово) на туфопесчаниках кривинской свиты согласно залегают (снизу вверх):

1. Известняки серые, с прослоями зеленовато-серых и пятнистых, массивные окремнелые, с крупными стяжениями, прожилками и примазками халцедона и кварца	15,0
--	------

2. Туфы лилово-коричневые тонкоплитчатые с прожилками халцедона	0,5
3. Известняки зеленовато-коричневые пестрые	1,0
4. Туфы лилово-коричневые тонкоплитчатые	0,3
5. Известняки зеленовато-коричневые пестрые	2,2
6. Три ритма красно-коричневых туффитов алевритистых, желтовато-серых туфов и известняков коричневых массивных мелкозернистых с включениями и прожилками красного халцедона	5,5
7. Туфопесчаники коричневые, пятнами розово-коричневые мелкозернистые, толстоплитчатые, с прослоями коричневых известковистых песчаников	16,5
9. Известняки коричневые мелкозернистые с примазками красного халцедона	1,0

Мощность разреза – 42 м. Выше согласно залегают туфопесчаники нижнеямкинской под-
свиты. Мощность соломенской свиты изменяется от 42 до 110 м.

Известняки серые до коричневых пелитоморфные, часто с горизонтальной слоистостью, с прослоями, стяжениями и линзами обычно ярко-красных кремней. Микрзернистые разности имеют серую и темно-серую окраску, кристаллически-зернистые – зеленовато- и коричневатосерую окраску.

Туфопесчаники соломенской свиты мало отличны по составу от кривинских.

Известняки соломенской свиты имеют халько-сидеро-литофильную геохимическую специализацию (прил. 13). Содержания части элементов близки к породным кларкам. Ниобий в 16 раз, барий в 10 раз, иттрий, марганец, молибден, цирконий в 5 раз, олово в 4 раза, бериллий, кобальт в 3 раза выше, а никеля в 5 раз ниже кларка.

На АФС соломенские известняки слагают гребни куэст, имеют светлый фототон. Плотные окремненные известняки образуют многочисленные четкие грядки и гряды.

Органические остатки в соломенской свите на территории листа не обнаружены. Ее визейский возраст принимается на основании положения в разрезе и ранее сделанных находок растений *Angarophloides alternans* (Schm.), *Ursodendron* cf. *distans* (Chachl.), *Tomiodendron* sp., *Caulopteris ogurensis* (Schm.) на смежных площадях [71ф].

Ямкинская свита выделена М. И. Грайзером в 1950 г. вместо двух литологически сходных комарковской и согринской свит. Сратотип находится на р. Оя выше с. Ямки.

На площади свита разделена на нижне- и верхнеямкинскую подсвиты.

Нижнеямкинская подсвита (*C_{1jм1}*) в пределах площади распространена совместно с соломенской свитой на обоих берегах р. Енисей, на правом берегу р. Шушь, вдоль южного борта Бейской мульды.

Подсвита представлена однообразной толщей туфов, туффитов алевритистых и туфопесчаников с прослоями известняков. Соотношения с соломенской свитой согласные. Строение подсвиты ритмичное, состоит из ритмопачек трансгрессивной направленности, в которых нижний элемент ритмов представлен туфопесчаниками и псаммитовыми туффитами мощностью от 1–2 до 5–8 м, а верхний элемент – чередованием в долях метров или в метрах алевритовых и пелитовых туффитов, туфопесчаников и известняков с включениями красного халцедона, цеолитов и кальцита. Для туфогенных пород характерна хлоритизация, окремнение, ожелезнение. Характерной особенностью подсвиты является наличие пачек линзовидного строения известняков с туфогенным материалом. Они часто содержат червеобразные выделения кальцита, и в отличие от известняков соломенской свиты, почти не окремнены. Породы имеют вишневою, коричнево-красную, лилово-красную или пеструю окраску.

Верхняя граница постепенная, иногда резкая, проводится по смене преобладающей красноцветной окраски пород на серо-зеленую, иногда голубовато-зеленую.

Полный разрез подсвиты вскрывается на южном берегу оз. Чалпан (опорное обн. 13) (снизу вверх) (рис. 26):

1. Три пачки ритмичного строения, сложенные в нижней части зелеными туфопесчаниками, в верхней части – зелеными туфоалевролитами и коричневыми известняками	18,0
2. Туфы зеленого цвета	11,0
3. Туфопесчаники лиловые, коричневые, пятнистые до зеленых с прослоями известняков глинистых зелено-коричневых	20,0
4. Переслаивание туфоалевролитов коричневых с коричневыми известняками. Мощность слоев 20–30 см	19,0
5. Туфоалевролиты зелено-коричневые с прослоями и линзами будинированных коричнево-зеленых известняков мощностью 30–40 см, с прожилками 1–2 см красных кремней	30,0

6. Туффиты коричневые до зеленовато-серых тонкоплитчатые с прослоями туфов зеленовато-серых тонкослоистых	24,0
---	------

Мощность разреза – 122 м. Выше залегают туффиты верхнеямкинской подсвиты.

Разрез 4 верхней части нижнеямкинской подсвиты по левому берегу р. Енисей (пос. Кирово) (снизу вверх) (рис. 26):

1. Туфы серые и буро-серые тонкоплитчатые с двумя пропластками пестрых окремнелых туфов	2,0
2. Туфоалевролиты коричнево-красные тонкоплитчатые	3,0
3. Туфопесчаники коричневые мелкозернистые, тонкоплитчатые с прослоями коричнево-серых известняков массивных мощностью от 1–2 до 3,0 м к кровле слоя	18,0
4. Известняки серые и коричнево-серые с червеобразными выделениями кальцита и с халцедоном	2,0
5. Туффиты коричневые до зеленовато-серых тонкоплитчатые, в кровле – линза строматолитового известняка серого цвета массивного с халцедоном	5,5
6. Туфы зеленовато-серые тонкослоистые с прослойками карбонатных зеленых туфов мощностью 0,1–0,2 м	3,0

Мощность разреза – 33,5 м. Выше согласно залегают породы верхнеямкинской подсвиты.

Мощность подсвиты варьирует от 122 до 150 м.

Верхнеямкинская подсвита (C_1jm_2) изучена в тех же разрезах, что и нижнеямкинская. Ее естественные обнажения находятся у озер Сосновое, Чалпан, Большое и на левом берегу р. Енисей у пос. Кирово (у северной рамки листа).

Подсвита представлена серо-зелеными, ярко-зелеными, голубовато-зелеными, коричневыми туфами, туффитами и песчаниками с линзообразными прослоями серых известняков. Туфы и туффиты часто окремнелые, фарфоровидные. От подстилающей красноцветной нижнеямкинской подсвиты отличается окраской и широким распространением песчаных разностей пирокластических пород. Верхняя граница постепенная, условная. От байновской свиты отличается преобладанием пирокластических пород и более высокой степенью известковистости. Особенностью является наличие в кровле подсвиты маркирующей пачки голубовато- и зеленовато-серых туфов.

Разрез верхнеямкинской подсвиты на южном берегу оз. Чалпан в опорном обн. 13 (рис. 26) (снизу вверх):

1. Туфоалевролиты ярко-зеленые тонкоплитчатые. Переход от нижней подсвиты постепенный. Граница проведена по смене окраски пород: красноцветной на зеленоцветную	21,0
2. Туфоалевролиты ярко-зеленые с прослоями мощностью до 30 см будинированных известняков лилового и зеленовато-лилового цвета, с кремнями	17,0
3. Пачка ритмичного переслаивания туфопесчаников, туфоалевролитов зеленого, ярко-зеленого цвета, мощностью 3–5 м и известняков зеленого цвета массивных, с прожилками красного халцедона	16,0

Мощность разреза – 54,0 м.

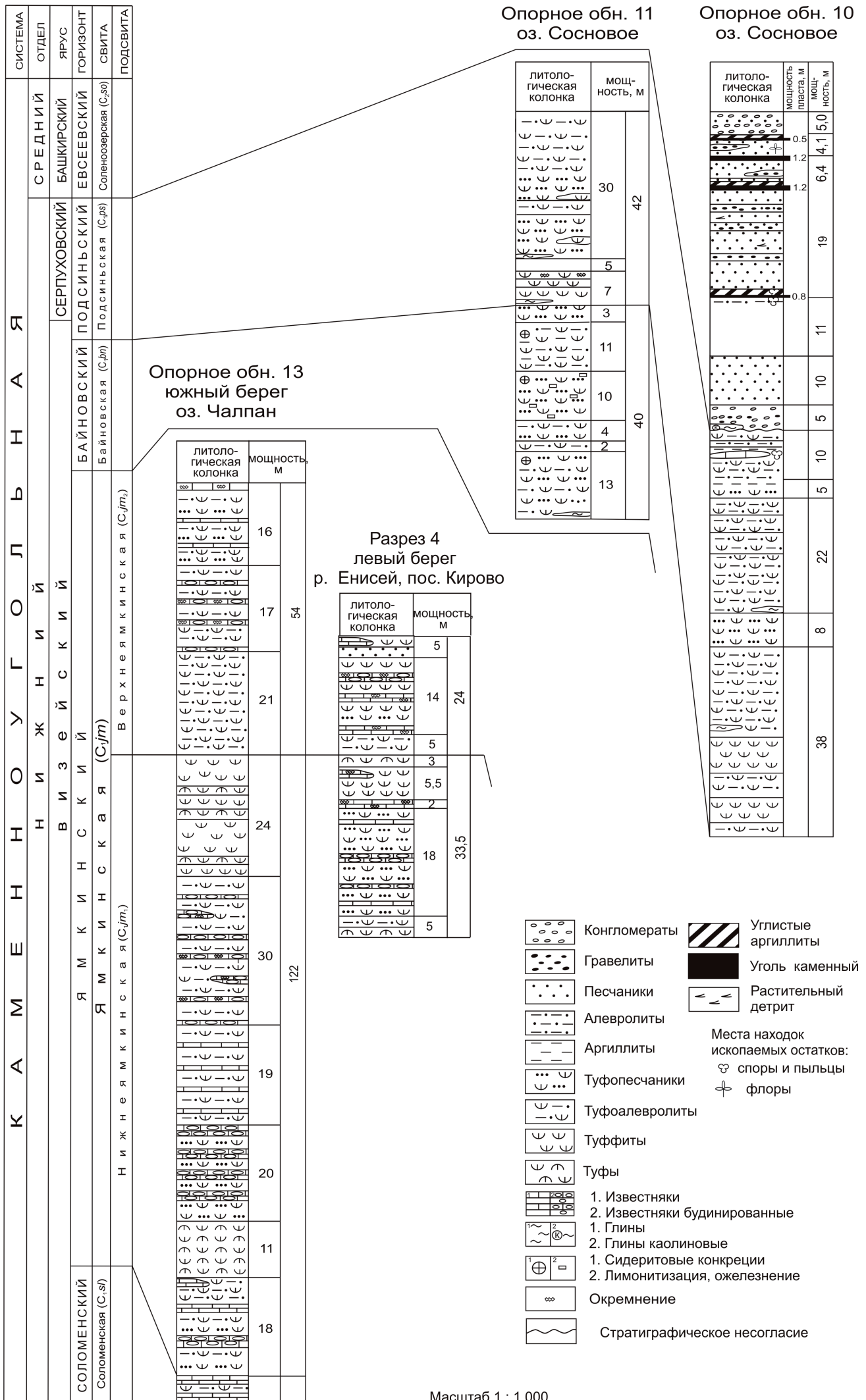
Разрез 4 нижней части нижнеямкинской подсвиты по левому борту р. Енисей (пос. Кирово) (снизу вверх) (рис. 26):

1. Туфоалевролиты ярко-зеленые тонкоплитчатые	5,0
2. Известняки серые с червеобразными выделениями кальцита и примазками халцедона, размером 1–2 мм	2,0
3. Туфопесчаники коричневые с прослоями зеленого туфа с линзами известняка серого с примазками халцедона, размером до 0,2 м	3,0
4. Туффиты коричневые, прослой зеленых, тонкоплитчатые, с линзами коричневого известняка разной мощности и серого мелкокристаллического с примазками халцедона	9,5
5. Песчаники светло-коричневые мелкозернистые известковистые	1,3
6. Ритмично мощностью 1,0–1,5 м туффитов коричневых и зеленых с прослоями коричневых известняков	4,0

Общая мощность по разрезу – 24,8 м.

Верхняя часть подсвиты, вскрытая горными выработками севернее карьера «Чалпан», представлена голубовато-зелеными мелкозернистыми песчаниками на карбонатном цементе и светло-зелеными туфами, образующими в рельефе гривку.

Мощность верхнеямкинской подсвиты принимается менее 100 м.



Масштаб 1 : 1 000

Рис. 26. Схема корреляции разрезов ямынской, байновской, подсиньской, солоноозерской свит раннего–среднего карбона.

Для ямкинской свиты характерна сидеро-литофильная геохимическая специализация (прил. 13). Содержания основных элементов близки к породным кларкам. При этом марганец, барий, фосфор в 2 раза выше, никель в 5 раз, цирконий и кобальт в 2 раза ниже кларка.

Из отложений ямкинской свиты выделен палинокомплекс визейского яруса со спорами: *Diafanozonotriletes submirabilis* Kedo, *Hymenozonotriletes hyalinus* Naum. var. *tournaesis* Kedo, *Grandispora luteola* (Naum.) Avchim., *Retusotriletes septalis* Jushko., *R. septalis* Jushko. var. *minor* Kedo, *Leiotriletes* spp., *Spelaeotriletes baculus* Peters. (= *Endoculeospora pallens* Pashk.), *Lophotriletes* spp. и *Verrucosisporites* spp. (определения Н. Б. Доновой). Возраст свиты принимается визейским.

Несбойка границы байновской и ямкинской свит на листах N-46-XXVI и N-46-XX обосновывается неточным ее проведением на листе N-46-XX. При ГДП-200 [73ф] на листе N-46-XXVI изучены пограничные отложения свит, при этом откартирована маркирующая пачка голубовато- и зеленовато-серых туфов, по кровле которой проводится верхняя граница ямкинской свиты. Таким образом, граница свит проведена точно.

Байновская свита (С_{1bn}) выделена М. И. Грайзером [10]. За стратотип принят разрез свиты по правому берегу р. Абакан выше пос. Изыхские Копи. Выбор стратотипа не удачен: в данном разрезе не обнажена нижняя часть свиты. В парастратотипе, распложенном по правому берегу р. Туба ниже с. Листвягово, установлены оба контакта свиты и несколько местонахождений флоры [13].

На площади байновская свита вскрыта скважинами в Бейской мульде. Естественные обнажения находятся у оз. Сосновое, на восточном побережье оз. Чалпан.

Свита представлена туфоалевролитами, туфопесчаниками, туффитами зелено-серыми, с прослоями туфов кислого состава и глинистых известняков. Свита вместе с подстилающей ямкинской и перекрывающей подсиньской свитами образуют единый маккоритм, венчающий разрез телепирокластической формации. Нижняя граница свиты согласная, проводится по появлению мощных пачек туфопесчаников с крупной и косоволнистой слоистостью. Контакт с перекрывающими отложениями постепенный, граница их достаточно условная и принята по смене преобладающих типов пород и некоторым изменением окраски.

Разрез верхней части байновской свиты у оз. Сосновое в опорном обн. 11 (снизу вверх) (рис. 26):

1. Ритмичное переслаивание (0,3–0,5 м) туфопесчаников ярко-зеленых с бурыми пятнами мелкозернистых с туфоалевролитами, переходящими по простиранию в линзы ярко-зеленых глин. В кровле пачки редкие конкреции сидерита до 10 см в диаметре. Слоистость неясная косая до субгоризонтальной	13,0
2. Ритмичное переслаивание туфоалевролитов и туфоаргиллитов ярко-зеленых косослоистых	2,0
3. Ритмичное переслаивание туфопесчаников ярко-зеленых с бурыми пятнами (до 5 см) мелкозернистых с туфоалевропесчаниками. Слоистость субгоризонтальная	4,0
4. Ритмичное переслаивание (0,3–0,5 м) туфопесчаников ярко-зеленых с бурыми пятнами мелкозернистых с туфопесчаниками среднезернистыми, породы известковистые. По разрезу отмечаются прослои до 1 см и линзы глинистых известняков, конкреции сидерита от 3 до 10 см в диаметре. Слоистость линзовидная до субгоризонтальной	10,0
5. Ритмичное переслаивание туфоалевролитов серо-зеленых и туфоаргиллитов зеленых с тонкими линзами серо-зеленых туфов кислого состава. По разрезу отмечаются многочисленные конкреции сидерита от 3 до 10 см в диаметре	11,0

Мощность разреза – 40 м. Общая мощность свиты в пределах листа составляет менее 90 м.

В составе свиты преобладают зеленые и зеленовато-серые туфопесчаники и туфоалевропесчаники с многопорядковой разнонаправленной в комбинации с волнистой слоистостью. В подчиненном количестве присутствуют туфоалевролиты, алевритовые туффиты, туфопелиты с конкрециями сидерита, туфогенные глинистые известняки, линзы внутрiformационных конгломератов. В составе обломков туфопесчаников типичны кварц, кислые полевые шпаты, вулканическое стекло, трахиты, кварциты. Цемент базальный и поровый в количестве до 40–50 %, хлорит-глинистокарбонатный, хлорит-анальцимовый, глинистый с постоянной примесью витро- и кристаллокластики пелитовой и алевритовой размерности. Общее количество вулканокластического материала составляет обычно 30–40 %. В первоначальном составе пород оно было, вероятно, несколько выше. Его уменьшение связывают с процессами диагенетических преобразований, в результате проявления которых часть пирокластического материала заместились вторичными минералами.

Из желтовато-серых туфопесчаников с черным растительным детритом у западной рамки листа определены позднепалеозойские споры *Psilohymena psiloptera* (Lub.) Hart et Harr.

и *Psilohymena mirabilis* (Lub.) Hart et Harr., а также таксоны визейского облика *Verrucosiporites* cf. *verrucatus* Drjag., *Lophozonotriletes* spp., *Reticulatisporites* sp. (определения Н. Б. Доновой).
Возраст байновской свиты принимается визейским.

Визейский–серпуховский ярусы нерасчлененные

Подсиньская свита (С_{1ps}) выделена А. В. Тыжновым и О. В. Тыжной [33]. Стратотип выбран М. И. Грайзером в 1956 г. на правом берегу р. Абакан, в 1,2–1,7 км выше пос. Изыхские Копи.

На площади листа свита вскрыта скважинами в Бейской мульде [42ф, 43ф, 59ф].

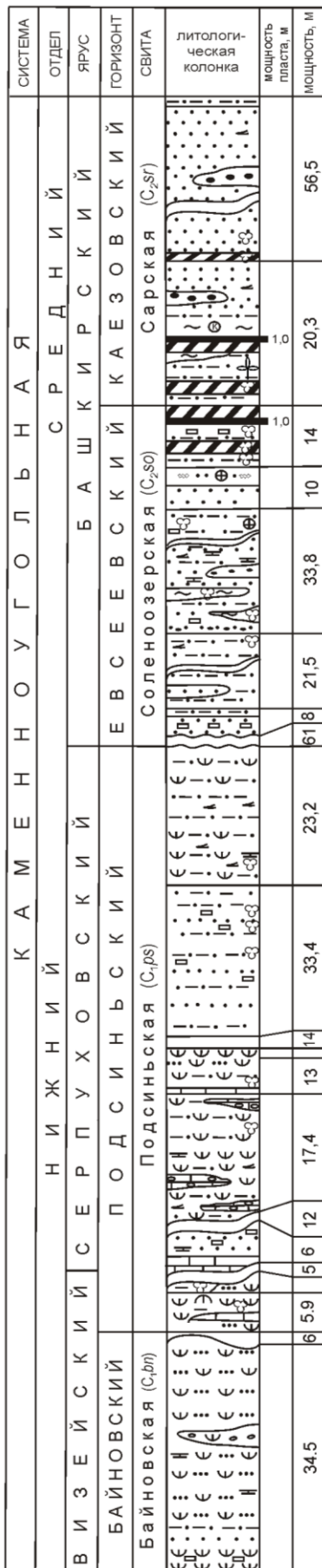
Свита представлена зелено-серыми туфами, туффитами и песчаниками, встречаются прослой известняков. Нижняя граница свиты постепенная, обусловлена сменой зеленовато-серых туфопесчаников более тонкими туффитами темно-серой с зеленоватым оттенком окраски. Верхняя граница резкая. Породы верхней части свиты подверглись предсоленоозерскому размыву. В кровле свиты на северном побережье оз. Сосновое отмечается кора выветривания мощностью 0,5–0,7 м каолинового профиля.

Сводный разрез свиты на юго-востоке Бейской мульды вскрыт канавой и скважинами [73ф] (снизу вверх) (рис. 27):

1. Ритмичное переслаивание (0,1–0,2 м) пепловых туфов голубовато-зеленых, туфопесчаников коричнево-зеленых полимиктовых мелкозернистых массивных и туфоалевропесчаников лиловых. Слоистость неясная субгоризонтальная	1,2
2. Ритмичное переслаивание пепловых туфов фарфоровидных волнистослоистых с линзочками белых известняков и туффитов голубовато-серой окраски тонкослоистых. Туфы плитчатые плотные с раковистым изломом	0,8
3. Туфоаргиллиты лиловые с нитевидными слойками известковистых аргиллитов	0,1
4. Ритмичное переслаивание пепловых туфов светлых зеленовато-голубых (0,3–0,4 м) с туфоаргиллитами (0,1 м) темно-серыми тонкослоистыми. Слоистость субгоризонтальная	3,1
5. Туфоалевропесчаники буро-зеленые, в кровле лиловые, мелкозернистые с неясной прерывистой субгоризонтальной слоистостью	0,3
6. Туфопесчаники ярко-зеленые крупнозернистые массивные	0,2
7. Туфоаргиллиты рыхлые лиловые с тонкими прослойками светлых пепловых туфов	0,2
8. Интервал задернован	5,0
9. Песчаники голубовато-зеленовато-серые тонко-мелкозернистые полимиктовые с карбонатным цементом. В основании известняки зеленовато-серые массивные	6,0
10. Интервал задернован	12,0
11. Ритмичное переслаивание туфоалевролитов серо-зеленых и известняков буро-зеленых с туффитами темно-серо-зелеными плотными кремнистыми с прерывистой слоистостью. По всему интервалу отмечаются известковистость и редкий черный растительный детрит	17,4
12. Ритмичное переслаивание туфоалевролитов серо-зеленых с туфопесчаниками темно-серо-зелеными мелкозернистыми. Отмечается сильная известковистость пород. В основании пачки прослой 1,8 м светлого серо-зеленого известняка	13,0
13. Туффиты болотно-серые массивные плотные на карбонатном цементе	2,0
14. Интервал задернован	14,0
15. Алевролиты серо-зеленые, розовато-серые с линзовидной слоистостью.	2,4
16. Пачка переслаивания алевролитов болотно-серых с песчаниками болотно-серыми до темно-серых (за счет рассеянного углистого аттрита) мелкозернистыми	31,0
17. Ритмичное переслаивание алевролитов серых с туфоалевролитами голубовато-серыми до черных с растительным детритом. Алевролиты содержат примесь бурого пеплового материала. Состав их цемента кремнисто-глинисто-карбонатный	23,2

Мощность разреза – 131,9 м. Мощности свиты в пределах Бейского месторождения меняются от 85 м на западном фланге до 135 м на восточном.

Преобладающими породами в свите являются туфоалевролиты и алевропесчанистые туффиты. В подчиненном количестве присутствуют пепловые туфы, туфопелиты, туфопесчаники и песчаники. Цемент базальный или поровый карбонатный, реже, хлорит-анальцимовый. Преобладающим типом слоистости является мелкая невыдержанная субгоризонтальная и полого-волнистая. В песчаных прослоях развита мелкая косая одно- и разнонаправленная слоистость в комбинации с мелкой волнистой. Текстурно-структурные особенности и состав осадков указывают на преобладание спокойных гидродинамических обстановок в условиях дряхлеющего компенсированного бассейна и низкой энергии рельефа в областях денудации. Основным источником материала являлось поступление тонкого вулканогенного материала из удаленных областей.



Сводный разрез юго-восточного фланга Бейского угольного разреза



Масштаб 1 : 1 000

Рис. 27. Сводный разрез байновской, подсиньской, соленоозерской, сарской свит раннего–среднего карбона юго-восточного фланга Бейского угольного месторождения.

Наряду с перечисленными свитами в разрезах известны прослои глинистых известняков и мергелей.

В целом состав свиты по латерали выдержан. Для низов свиты характерно сравнительно большее количество вулканомиктового материала, прослои карбонатных пород и повышенное количество обломочного материала.

Особенностью свиты является постоянное присутствие в заметных количествах углистого растительного аттрита и наличие в верхней половине свиты около четырех горизонтов по 0,2–0,4 м погребенных почв, по которым развиты псевдоморфозы анальцима.

Подсиньская свита имеет сидеро-халько-литофильную геохимическую специализацию (прил. 13). Содержания основных элементов близки к породным кларкам, при этом ванадий в 2 раза выше, а цирконий в 2 раза ниже кларка.

Находки органических остатков из подсиньской свиты немногочисленны. На смежных территориях они представлены отпечатками листьев *Angarodendron obruchevii* Zal., *Tomiodendron kemeroviensis* (Chachl.) Radcz., *Ursodendron* sp., *Paracalamites* sp., *Phylloteca* sp., *Abacanidium* sp. (определения В. Е. Сивчикова) и комплексом спор, характерных для верхнего виза [71ф].

Впервые на Бейском месторождении из отложений свиты получен палинокомплекс со спорами *Leiotriletes* spp., *Trachytriletes* spp., *Retusotriletes* spp., *Spelaeotriletes baculus* Peters., *Verrucosisporites ermacovianus* Lub., V. spp. и пылью *Florinites grandis* (Lub.) Dibn. (определения Н. Б. Доновой). На основании этого свита отнесена к визейскому и серпуховскому ярусам нижнего карбона (Постановление СибРМСКа № 3 от 27 мая 2013 г.) [73ф].

На разрезе геологической карты кривинская, соломинская, ямкинская, байновская, подсиньская свиты даны объединенными (C_{1kr-ps}).

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Отложения среднего карбона представлены угленосным комплексом пород аллювиально-дельтовых фаций соленоозерской, сарской и черногорской свит. На площади отложения среднего карбона развиты в Бейской мульде.

Башкирский ярус

Соленоозерская свита (C₂₈₀) является нижним подразделением угленосной формации Минусинского бассейна. Впервые название «соленоозерский» было употреблено Г. П. Радченко в 1955 г. в ранге «горизонта» [24, 31, 53ф]. Стратотип представлен обнажениями по левому берегу р. Абакан на Аскизском месторождении.

В пределах территории листа свита распространена по флангам Бейской мульды. Она залегает несогласно на образованиях подсиньской и байновской свит, перекрывается без видимого несогласия породами сарской свиты.

Свита сложена конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами с прослоями углей. Нижняя часть (до 60 м) представлена ритмами мощностью от 3 до 8–10 м мелко-, среднезернистых песчаников и песчаных и углистых алевролитов. В основании ритмов присутствуют конгломераты и гравелиты с песчаным цементом. На юго-западном фланге Бейского месторождения нижняя часть свиты представлена углистыми породами и невыдержанными пластами угля мощностью до 2,5–3,8 м. Разрез наращивается песчаниками, алевролитами, углистыми аргиллитами с пластами (до четырех) углей мощностью 0,1–0,8 м, редко до 3,0 м. Угольные пласты являются неустойчивыми по мощности и промышленного значения не имеют.

Разрез нижней части соленоозерской свиты на северном берегу оз. Сосновое (опорное обнажение 10), (снизу вверх) (рис. 26):

1. Конгломераты крупногалечные с обломками размером от 2 до 4 см, в переслаивании с гравелитами. Гравийно-галечный материал хорошо окатан, плохо сортирован и слабо сцементирован. В составе обломков отмечается молочно-белый кварц, серые, черные и красные кремни, розовый полевой шпат. Цемент базальный представлен песчаным материалом. Под конгломератами в разрезе вскрыты отложения подсиньской свиты 5,0
2. Ритмичное переслаивание песчаников крупнозернистых с гравелитами. Цвет пород зеленоватобурый. Слоистость косая разнонаправленная. В песчаниках отмечаются редкие отпечатки листовой флоры плохой сохранности 10,0

3. Интервал закрыт	20,0
4. Уголь черно-буро-коричневого цвета матовый тонколистоватый прерывисто-горизонтально-слоистый. В кровле угольного пласта – черный углистый аргиллит. Выявлены спорово-пыльцевые спектры	1,0
5. Ритмичное переслаивание (0,1–0,2 м) песчаников табачной окраски крупнозернистых с гравелитами. Слоистость косая разнонаправленная. В песчаниках отмечаются редкие отпечатки листовой флоры плохой сохранности	11,0
6. Уголь черный с бурым оттенком матовый с линзами углистых аргиллитов	1,2
7. Ритмичное переслаивание песчаников табачной окраски крупнозернистых, песчаников зеленовато-серых мелко-, среднезернистых и алевролитов. Присутствуют линзы гравелитов. Слоистость косая. В песчаниках отмечаются редкие отпечатки листовой флоры плохой сохранности	4,0
8. Уголь черный матовый с линзами углистых аргиллитов черного цвета	1,2
9. Песчаники табачного цвета мелкозернистые субгоризонтальнослоистые, переходящие по простиранию в более грубые разности вплоть до гравелитов. Слоистость косая. В песчаниках отмечаются фрагменты листовой флоры	3,0
10. Аргиллиты углистые прерывистослоистые с многочисленным растительным детритом и отпечатками флоры хорошей сохранности. В мелких линзочках отмечается черный блестящий уголь	1,1
11. Конгломераты средне-, крупногалечные с размерностью обломков от 0,5 до 2,0 см. В составе обломков молочно-белый кварц, серые, черные и красные кремни, розовый полевой шпат. Цемент поровый	5,0

Мощность разреза – 62,5 м.

Сводный разрез верхней части свиты в юго-восточной части Бейской мульды, вскрытый скважинами колонкового бурения (снизу вверх) (рис. 27):

1. Песчаники черные мелкозернистые полимиктовые. Обломочный материал представлен кварцем (до 20 %), полевыми шпатами (до 5 %), единично кислыми туфами, глауконитом, хлоритом. Форма обломков угловато-окатанная, цемент глинистый	4,3
2. Алевролиты темно-зеленовато-серые тонкокосоослоистые	3,7
3. Ритмичное переслаивание алевролитов серовато-бурых сильноожеженных (вплоть до образования желваков лимонита) и алевролитов голубовато-серых каолинсодержащих с отпечатками обугленного черного растительного детрита и флоры плохой сохранности. Слоистость неясная субгоризонтальная	21,5
4. Нижняя часть разреза (16 м) представлена слабощементированным гравийно-галечным материалом, который выше сменяется ритмичным переслаиванием алевролитов желто-бурых с мелкими конкрециями лимонита и песчаников с прослоями гравия с обломками черного, белого и серого кварца и кремней. Отмечаются обрывки флоры плохой сохранности	33,8
5. Песчаники бело-серые крупнозернистые массивные крепкие, сменяющиеся выше по разрезу песчаниками мелкозернистыми с конкрециями сидерита	10,2
6. Ритмичное переслаивание алевролитов голубовато-серых тонкокосоослоистых с растительным детритом и углистых алевролитов и аргиллитов с прослоем угля мощностью до 1,0 м. В аргиллитах присутствуют линзы песчаника с конкрециями сидерита	14,0

Вскрытая мощность разреза – 87,5 м.

Мощность свиты изменчива, составляет менее 150 м.

Конгломераты свиты полимиктовые, с размером галек 1–2,5 см. Галька сложена кварцем, кремнистыми породами, реже эффузивами разного состава и туфогенными породами. Песчаники полимиктовые, реже олигомиктовые кварцевые со средней сортированностью и окатанностью обломков. В составе обломков содержатся кварц, кремни, эффузивы разного состава, туфогенные породы. Цемент преимущественно поровый глинистый или глинисто-хлоритовый, иногда с карбонатом. По северному борту оз. Сосновое в основании свиты наблюдаются следы размыва и каолиновая кора выветривания мощностью до 0,5–0,8 м.

Соленоозерская свита имеет сидеро-лито-халькофильную геохимическую специализацию (прил. 13). Содержания основных элементов близки к породным кларкам. При этом ванадий в 3 раза, барий, бериллий, медь и кобальт в 2 раза выше, а марганец в 2 раза ниже кларка.

На АФС свита не имеет характерных признаков.

На площади листа свита впервые охарактеризована палинокомплексом, в котором представлены споры лепидофитов (30 %) – *Lycospora* spp., *Densosporites acerosus* Peters., арейных (30 %) – *Retusotriteles* spp., споры с пленчатым периспорием (2–3 %) – *Grandispora luteola* (Naum.) Avchim., *Geminospora* spp., и разнообразные бугорчатые споры (10 %) – *Verrucosporites verrucatus* Drjag., *V. ermacovianus* Lub. (определения Н. Б. Доновой). Также встречается единичная пыльца *Florinites grandis* (Lub.) Dibn. Характерно наличие мелких и средних акри-

тарх *Zonaletes saccatus* Troschk. (определения Н. Б. Доновой). Такой таксономический состав характеризует палинозону *Densosporites acerosus–Florinites grandis* (AG) и сопоставляется с палинокомплексом (ПК) евсеевского горизонта Кузбасса, возраст которого в последнее время был омоложен в связи с уточнением и пересмотром положения границы нижнего и среднего карбона в разрезах Ангариды (Решение СибРМСКа..., 2015) и принят башкирским веком среднего карбона [41, 74ф].

В 60 м выше основания свиты на западном фланге Бейского месторождения собрана флора *Tomiodendron* aff. *kemeroviense* (Chachlov) Radcz. emend S. Meyen, *Chacassopteris concinna* Radcz., *Paracalamites mrassiensis* Radcz., *Cardiopteridium parvulum* (Schm.) Tschirk., *Abacodendron* aff. *anomalum* (Neub.) Radcz., *Angarocarpus ananievii* Such. (определения Л. Г. Пороховниченко). Западнее, на сопредельной площади, известна флора *Cuneopteris asiatica* Radcz. (определения Г. П. Радченко, 1958 г.) [71ф].

Перечисленные остатки характерны для евсеевского горизонта башкирского яруса.

Свита отнесена к евсеевскому горизонту башкирского яруса среднего карбона.

Сарская свита (C_{2sr}) выделена Г. П. Радченко на Аскизском месторождении [60ф]. Стратотипический разрез не указан. По решению СибРМСК [68ф] неостратотип свиты установлен в Изыхском береговом разрезе в границах от подошвы мощных песчаников над угольным пластом № 6 до подошвы мощных песчаников над угольным пластом № 19 (Никольский пласт).

Свита представлена переслаиванием мощных (4–6 м) пачек крупнозернистых песчаников и гравелитов с маломощными (до 0,3 м) пачками алевролитов с линзами конгломератов и гравелитов. Разрез свиты вмещает угольные пласты № 0–6, достигающие рабочей мощности более 2 м. Свита залегает на соленоозерской свите. Верхняя ее граница резкая, но без видимого несогласия.

В разрезе свиты по преобладанию типов пород выделяются нижняя и верхняя части. Граница между ними согласная, постепенная [68ф].

В нижней части разреза (около 80–90 м) на южном борту Бейской мульды преобладают грубообломочные породы: песчаники, гравелиты и конгломераты, на северном и восточном ее бортах – алевролиты, углистые алевролиты и угли. Здесь же отмечаются прослои конкреционного сидерита. Песчаники полевошпатово-граувакковые с плохой и средней окатанностью и средней сортированностью материала. Цемент поровый глинисто-хлорит-карбонатного состава. Слоистость многопорядковая косая однонаправленная, прослоями мелкая субгоризонтальная и косая разнонаправленная.

Верхняя часть разреза свиты имеет мощность от 20 м и более. В ее составе преобладают ритмично чередующиеся песчаники и алевролиты, реже гравелиты, конгломераты, аргиллиты, пласты углей. Мезоритмы асимметричные трансгрессивной направленности имеют мощность от первых метров до 15–20 м. В алевролитах отмечаются тонкие (0,1–0,8 м) пласты углей, мощность которых в кровле свиты достигает 2 м и более. Повсеместно встречаются конкреции сидеритового состава. Преобладающая окраска пород серая и светло-серая с желтоватым оттенком. В пределах площади верхняя часть разреза сохранилась на западном фланге Бейского месторождения.

Сводный разрез сарской свиты, включающий продуктивные угольные пласты с рабочей мощностью более 2 м, вскрыт горными выработками на юго-западном фланге месторождения (снизу вверх):

1. Песчаники серые мелкозернистые тонкоплитчатые	2,0
2. Интервал задернован	34,0
3. Гравелиты в линзовидном переслаивании с кварц-полевошпатовыми конгломератами. Окраска пород желтая, буровато-желтая	4,0
4. Уголь черный матовый сажистый	1,5
5. Алевролиты бурые с линзами мелкозернистых песчаников. Слоистость косая линзовидная. В алевролитах и песчаниках отмечаются крупномерные отпечатки флоры	0,3
6. Гравелиты в линзовидном переслаивании с желтыми и буровато-желтыми разнозернистыми кварц-полевошпатовыми песчаниками с крупномерной флорой с <i>Asterocalamites</i> sp. (определения Л. Г. Пороховниченко)	до 5,6
7. Уголь черный плитчатый тонкогоризонтальнослоистый за счет прослоек углистых алевролитов и буровато-серых аргиллитов	2,0
8. Алевролиты бурые за счет ожелезнения, с крупномерными отпечатками флоры	0,3

9. Углистые алевролиты горизонтальнослоистые с тонкими прослойками угля. Спорово-пыльцевой комплекс (СПК)	1,0
10. Пачка линзовидного переслаивания гравелитов с песчаниками желтовато-буровато-серыми крупнозернистыми, с отпечатками флоры	до 10,0
11. Угольный пласт с прослойками алевролитов углистых темно-серых. СПК	до 7,0
12. Пачка линзовидного переслаивания песчаников желто-серых с гравелитами	6,3
13. Уголь черный матовый	0,8
14. Песчаники желтовато-серые крупнозернистые с линзами гравелитов	4,0
15. Уголь черный матовый (угольный пласт № 6)	1,5

Мощность разреза – 80,2 м.

Сводный разрез нижней части свиты с несколько иным (более тонким) типом на северном и восточном бортах Бейской мульды (снизу вверх) (рис. 27):

1. Алевролиты желтовато-серого цвета тонкополосчатые тонкослоистые крепкие плотные кремнистые. Слоистость субгоризонтальная	1,0
2. Алевролиты темно-серые тонкослоистые за счет миллиметровых слоев углистого материала. Слоистость субгоризонтальная. В кровле интервала (0,1 м) тонкие прослойки 0,1–0,2 см черного матового угля. СПК	1,8
3. Алевролиты болотного цвета обохренные с крупными отпечатками растительных тканей плохой сохранности. Слоистость горизонтальная	3,0
4. Уголь черный сажистый	1,0
5. Глина белая каолиновая плотная вязкая с пятнами 3–5 см желтых лимонитовых охр	1,5
6. Аргиллиты (глина уплотненная) белые массивные плотные крепкие	2,0
7. Алевролиты серые до буро-коричневых массивные с углистым растительным детритом. СПК	1,0
8. Песчаники светло-коричневые до серых крупнозернистые косослоистые слабосцементированные карбонатным, углистым цементом. В конце слоя по напластованию обломки 0,1–1 см черного угля	4,0
9. Песчаники карбонатные светло-коричневые мелкозернистые тонкослоистые слабосцементированные	5,0

Вскрытая мощность разреза – 20,3 м.

Общая мощность свиты составляет менее 100 м.

Породы свиты формировались в условиях фаций подвижного мелководья бассейна, аллювиально-, дельтово-бассейновые.

Несбойка нижних границ сарской свиты на листах N-46-XXV и N-46-XXVI заключается в том, что конгломераты соленоозерской свиты ошибочно включены в объем сарской свиты на листе N-46-XXV [71ф, 73ф]. За счет этого несоответствия на листе N-46-XXVI ширина выходов соленоозерской свиты увеличена, а сарской свиты уменьшена по сравнению с шириной выходов этих же свит на смежном листе.

Флора представлена *Asterocalamites* sp. (определения Л. Г. Пороховниченко), *Angarodendron obruchevii* Zal., *Paracalamites askyzensis* Kovb., *Angarocarpus(?) ovoideus* Kovb., *Belonopteris ivanovii* Zal. (определения Г. П. Радченко) башкирского яруса.

Спорово-пыльцевой комплекс характеризуется преобладанием спор над пылью и включает *Apiculiretusispora ciliaris* Peters., *Capillatisporites lunatus* (Kust.) Andr., *Cyclogranisporites larvatus* Peters., *Psilohymena psiloptera* (Lub.) Hart. et Harr., *Cyclobaculisporites trichacanthus* Lub., *Florinites grandis* (Lub.) Dibn., *Turrisporites* spp. (определения Н. Б. Доновой). Палинокомплекс соответствует палинозоне *Capillatisporites lunatus–Cyclogranisporites larvatus* (LL) и сопоставляется с ПК из нижней части каезовского горизонта Кузбасса башкирского яруса среднего карбона.

Возраст свиты принят башкирским веком среднего карбона. Подразделение рассматривается в составе каезовского горизонта [60ф].

Башкирский и московский ярусы

Черногорская свита выделена Г. А. Ивановым в 1929 г. Стратотип расположен у пос. Изыхские Копи.

Объем стратона в современной трактовке отличается от первоначального за счет исключения нижней части разреза, отнесенного к верхней пачке сарской свиты [40, 68ф]. В этом виде свита соответствует двум мегаритмам трансгрессивного строения. Учитывая также различия в литофациальном облике отложений и характере угленасыщенности мегаритмов, предложено

подразделить свиту на две части: нижнечерногорскую (башкирский ярус) и верхнечерногорскую (московский ярус) подсвиты [68ф].

Свита широко развита на площади листа в пределах Бейского месторождения, является промышленно угленосной и обрабатывается угольным карьером «Чалпан».

Свита согласно залегает на сарской свите и согласно с постепенным переходом перекрывается побережной свитой.

Башкирский ярус

Нижнечерногорская подсвита (C_2Cr_1). На Аскизском и Бейском месторождениях отложения подсвиты включались Г. П. Радченко [25] в «верхнесарский горизонт».

Подсвита представлена песчаниками с прослоями конгломератов и гравелитов, алевролитами. На Бейском месторождении подсвита включает семь угольных пластов (№ 7–13), которые достигают рабочей мощности более 2,5 м. Количество и мощность пластов возрастают в юго-западном направлении. Нижняя граница проводится по подошве пачки конгломератов с гравелитами и песчаниками выше угольного пласта № 6.

Разрез подсвиты по опорной скважине 7 ([66ф], скв. 40, интервал 220,1–123,0 м), расположенной на западном фланге Бейского месторождения (снизу вверх) (рис. 28):

1. Песчаники серые мелкозернистые крепкие	6,10
2. Уголь полублестящий, штриховатый (пласт № 7)	0,70
3. Алевролиты углистые с прослоем угля полублестящего	0,80
4. Песчаники серые мелкозернистые с прослоями среднезернистых песчаников и темно-серых алевролитов	13,30
5. Уголь полублестящий полосчатый (пласт № 8)	0,90
6. Алевролиты темно-серые с тонкими прослойками мелкозернистого песчаника	6,10
7. Алевролиты темно-серые с тонкими прослойками углистого алевролита	3,00
8. Уголь полублестящий, штриховатый (пласт № 9)	1,20
9. Алевролиты углистые с прослоем угля	0,60
10. Алевролиты серые массивные, с обуглившимися растительными остатками с прослоями песчаников светло-серых, от крупно- до мелкозернистых массивных	21,3
11. Алевролиты углистые с линзами блестящего угля и с зернами пирита, с прослойками светло-серого песчаника	1,10
12. Уголь полублестящий, штриховатый крепкий (пласт № 10)	2,20
13. Песчаники серые мелкозернистые с линзами блестящего угля	5,20
14. Алевролиты темно-серые массивные, с углистыми включениями	3,60
15. Песчаники серые мелкозернистые слабосидеритизированные массивные	2,40
16. Алевролиты серые, слоистые за счет тонких прослоев светло-серого песчаника	1,00
17. Уголь матовый, штриховатый, с неровно угловатым изломом (пласт № 11)	0,80
18. Аргиллиты углистые черные массивные	0,40
19. Песчаники серые мелкозернистые, параллельнослоистые за счет скопления обуглившегося растительного материала на плоскостях наложения	6,10
20. Алевролиты серые, темно-серые слабоуглистые, с прослоем угля (пласт № 12 мощностью 0,35 м)	7,90
21. Песчаники светло-серые крупно- и мелкозернистые с прослоями гравелита и конгломерата мощностью до 5–6 см	9,40
22. Аргиллиты сильноуглистые	1,50
23. Уголь полуматовый, штриховатый, с тонкими прослойками углистого аргиллита (угольный пласт № 13)	0,80
24. Аргиллиты темно-серые массивные, в кровле слоя слабоуглистые	0,70

Мощность разреза – 97,10 м. Выше согласно залегают породы верхнечерногорской подсвиты.

Полная мощность нижнечерногорской подсвиты – 120 м (рис. 28).

Обломочные породы олигомиктовые и олигомиктово-граувакковые. В их составе в разных соотношениях преобладают кварц и полевой шпат, обломки пород представлены кварцитами, сланцами, эффузивами, аргиллитами и песчаниками. Цемент глинистый, глинисто-кремнистый, известково-глинистый, окраска серая, зеленовато-серая, темно-серая.

Желтовато- и зеленовато-серые алевролитистые песчаники и алевролиты с волнистой, линзовидно-волнистой, субгоризонтальной, реже, косоволнистой и косою разнонаправленной слоистостью преобладают в составе подсвиты. Окатанность обломков плохая, сортированность ма-

териала от средней до хорошей. Цемент поровый и порово-базальный, глинисто-сидеритовый. Породы формировались в мелководном бассейне.

Флористический комплекс из карьера «Бейские копи» западного фланга Бейского месторождения представлен «*Lepidodendron*»(?) *vasiuchitschevii* Neub., *Cardiocarpus krapivinoensis* Such., *Angaridium* sp., *Koretrophyllites mungaticus* Radcz., *Cordaites odontophyllus* Gluch., *C. Indeterminatus* Gluch. (определения Л. Г. Пороховниченко). Такой состав характеризует нижнюю часть мазуровского горизонта среднего карбона Кузбасса.

Палинокомплекс установлен в разрезе карьера «Чалпан» и содержит до 30 % пыльцы голосеменных: *Cordaitina stiptica* (Lub.) Samoil., *C. rotata* (Lub.) Samoil., *C. uralensis* (Lub.) Samoil. и *Florinites* spp. Споровая часть составляет 70 % (споры преобладают над пыльцой) и представлена: *Nigrisporites* spp., *Calamospora* spp., *Turrisporites* spp., *Cyclobaculisporites trichacanthus* Lub. (доминируют) и др. Характерными являются *Apiculiretusispora ciliaris* Peters. (до 2%). Арейные споры (3 %) представлены видами: *Retusisporites* spp., *R. septalis* Jushko. Таксономический состав комплекса характерен для палинозоны *Vallatisporites radiatus*–*Florinites katskaiensis* (RK) верхней части каезовского горизонта среднего карбона Кузбасса [41].

Возраст подсвиты принимается в пределах башкирского века среднего карбона.

Московский ярус

Верхнечерногорская подсвита (C₂Cr₂). На Аскизком и Бейском месторождениях отложения свиты включались Г. П. Радченко [25] в состав «сосновоозерского горизонта». Стратотипом является Изыхский береговой разрез.

Подсвита представлена серыми алевролитами, аргиллитами, желто-серыми песчаниками с пластами углей, прослоями углистых аргиллитов и конгломератов, имеет самую высокую угленасыщенность во всем разрезе верхнего палеозоя. По характеру ритмичности, составу и текстурно-структурным особенностям пород схожа с подстилающими отложениями. Граница нижне- и верхнечерногорской подсвит проводится по кровле аргиллитов выше угольного пласта № 13. На Бейском месторождении подсвита включает от 9 до 23 угольных пластов. В пределах площади листа находится семь мощных угольных пластов (№ 14–20). Угли высокого качества, их пласты достигают рабочей мощности от 3,2 до 15,6 м и являются объектами добычи. Наиболее мощный угольный пласт № 19 отрабатывается в настоящее время в угольном разрезе Восточно-Бейское (карьер «Чалпан»).

Описание подсвиты приведено по опорной скважине 6 ([66ф], № 80, интервал 299,85–112,5 м) (снизу вверх) (рис. 28):

1. Песчаники светло-серые крупнозернистые крепкие	3,50
2. Алевролиты темно-серые, с прослойками мелкозернистого песчаника	5,20
3. Уголь полуматовый, штриховатый (пласт № 14) с прослоем алевролита углистого	5,10
4. Алевролиты темно-серые параллельнослоистые	1,10
5. Уголь полублестящий, полосчатый, хрупкий (пласт № 15)	2,70
6. Алевролиты углистые черные, с линзами угля	0,95
7. Алевролиты серые и темно-серые неяснослоистые с прослоем песчаников светло-серых среднезернистых	14,3
8. Уголь полублестящий, полосчатый, крепкий	0,35
9. Алевролиты темно-серые массивные с обуглившимися растительными остатками, переслаивающиеся с песчаниками светло-серыми крупно-среднезернистыми	25,0
10. Уголь полублестящий с прослойками углистого аргиллита (пласт № 16)	6,30
11. Алевролиты темно-серые мелкозернистые параллельнослоистые, со слоями углей	4,0
12. Песчаники светло-серые разнозернистые, неяснослоистые крепкие, с прослоями алевролитов темно-серых массивных	13,8
13. Алевролиты темно-серые параллельнослоистые с пластом угля № 17 (0,3 м)	6,5
14. Песчаники светло-серые разнозернистые массивные с зеркалами скольжения	1,80
15. Алевролиты темно-серые с растительными отпечатками	2,25
16. Гравелиты светло-серые массивные с обуглившимся растительным материалом	6,35
17. Уголь полублестящий, штриховатый (пласт № 18)	6,40
18. Алевролиты темно-серые массивные	1,00
19. Аргиллиты углистые черные массивные, с прослоем угля полублестящего (2,0 м)	1,90
20. Песчаники светло-серые крупно- и среднезернистые, параллельнослоистые	4,85
21. Алевролиты темно-серые с обуглившимися растительными остатками. Флора <i>Angaropteridium</i> cf. <i>tyrganicum</i> Radcz., <i>Angarocarpus</i> (?) <i>ovoideus</i> Kovb.	10,30

22. Аргиллиты углистые с прослоями угля до 5 см	1,80
23. Уголь полублестящий, полосчатый, с угловатым изломом (пласт № 19)	5,80
24. Алевролиты темно-серые волнистослоистые, с зеркалами скопления и с обуглившимися растительными остатками. Флора <i>Noeggerathiopsis</i> cf. <i>subangusta</i> Zal., <i>N. cf. tomiensis</i> Radcz., <i>N. intermedia</i> Radcz.	3,60
25. Переслаивание песчаников серых мелкозернистых, волнистослоистые с алевролитами серыми массивными с линзами угля, с растительными остатками	43,75
26. Аргиллиты углистые черные массивные с прослоем угля (0,6 м)	0,90
27. Алевролиты серые и черные массивные с прослоем угля (0,9 м)	5,40
28. Уголь полублестящий, штриховатый (угольный пласт № 20)	1,60
29. Песчаники светло-серые средне-мелкозернистые массивные с обуглившимся растительным материалом	6,40

Мощность разреза составляет 192,9 м. Выше верхнечерногорская подсвета перекрывается породами бережной свиты.

Максимальная мощность подсветы составляет 210 м.

Основным компонентом в песчаниках и алевролитах является кварц, реже халцедон. Из аксессуаров постоянно присутствуют циркон, отмечаются лейкоксен, рутил, гранат, шпинель, из рудных – лимонит, гематит, пирит, магнетит. Цемент глинистый, глинисто-кремнистый, известково-глинистый.

В карьере «Чалпан» проведены дополнительные сборы органических остатков (флора, палиноморфы) и получено комплексное обоснование возраста подсветы. Флора представлена *Paracalamites askysensis* Kovb., *Angarodendron obruchevii* Zal., *Neuropteris* sp., *Angaropteridium* sp., *Angaridium mongolicum* Zal., *A. tenuis* Gorel., *A. finale* Neub., *Cordaites odontophyllus* Gluch., *C. aff. neuburgae* Gluch., *Samaropsis mungatica* Neub., *S. pauxilla* Zal., *S. patula* Zal., *Cordaicarpus tomiensis* Radcz. (определения Л. Г. Пороховниченко) [73ф]. Отсутствие нейроптерисов и ангароптеридиумов, разнообразие листьев кордаитов, присутствие семян *Samaropsis pauxilla* Zal. и *S. patula* Zal. характерно для комплекса флоры средней части мазуровского горизонта московского яруса Кузбасса.

Спорово-пыльцевой комплекс содержит равное количество спор *Nigrisporites* spp., *Calamospora* spp., *Turrisporites* spp., *Psilohymena psiloptera* (Lub.) Hart et Harr., *Cyclobaculisporites trichacanthus* Lub., *Granulatisporites microgranifer* Ibr. и пыльцы *Cordaitina* spp. (определения Н. Б. Доновой). Таксономический состав комплекса аналогичен палинокомплексу мазуровского горизонта Кузбасса.

Возраст подсветы принимается московским веком среднего карбона.

СРЕДНИЙ–ВЕРХНИЙ КАРБОН НЕРАСЧЛЕНЕННЫЙ

Московский–касимовский–гжельский ярусы

Побережная свита (C_{2-3pb}) выделена Г. П. Радченко в 1955 г. [24, 25]. Стратотип точно не указан.

На площади листа свита почти полностью вскрыта скважинами 5, 6 (скв. № 58, 80 [66ф]) на южном и восточном (карьер «Чалпан») бортах Бейской мульды. Нижняя граница свиты согласная, проводится по подошве пачки темно-серых и черных аргиллитов мощностью до 15 м.

Свита представлена темно-серыми до черных аргиллитами и алевролитами, светло-серыми слюдястыми песчаниками с известковистым цементом, прослоями углей. Пласты углей приурочены к верхам свиты, отличаются исключительной выдержанностью по латерали, вмещают угольные пласты № 20а, 21–23. Некоторые пласты почти нацело сложены дисперсными кутикулами лепидофитов рода *Angarodendron*.

Разрез сложен асимметричными ритмами регрессивной направленности мощностью от 10–12 до 22–26 м. Нижняя часть ритмов сложена темно-серыми до черных аргиллитами, которые вверх по разрезу постепенно сменяются слюдястыми алевролитами. Слоистость пород тонкая горизонтальная, реже пологоволнистая невыдержанная; характерны крупные эллипсоидальные конкреции сидеритов. Выше с переслаиванием или небольшим размывом залегают пачки песчаников мощностью до 8–10 м, иногда 15 м, с редкими и маломощными линзами полимиктовых гравелитов и гравелито-брекчий. В нижних и верхних ритмах свиты обычны зеленовато-серые комковатые алевролиты с прослоями песчаников и пластами углей.

Разрез береговой свиты по опорной скважине 5 ([66ф], № 58, интервал 180,35–47,8 м), где на породах верхнечерногорской подсвиты залегают (снизу вверх) (рис. 28):

1. Аргиллиты черные слабоуглистые массивные, с прослоями алевролита	5,50
2. Песчаники серые волнистослоистые, с обуглившимися растительными остатками	0,90
3. Алевролиты серые косослоистые	22,25
4. Песчаники серые мелкозернистые волнистослоистые с обуглившимися растительными остатками	1,65
5. Уголь полублестящий, штриховатый	0,30
6. Ритмичное переслаивание алевролитов темно-серых массивных и волнистослоистых с песчаниками мелкозернистыми серыми волнистослоистыми	14,35
7. Песчаники зеленовато-серые мелкозернистые волнистослоистые с обуглившимися растительными остатками	16,40
8. Ритмичное переслаивание алевролитов темно-серых массивных с песчаниками серыми, с зеленоватым оттенком мелкозернистыми волнистослоистыми с обуглившимися растительными остатками	38,4
9. Алевролиты темно-серые углистые с прослоем угля полуматового, полосчатого мощностью 0,2 м (пласт № 21)	1,0
10. Песчаники серые средне-мелкозернистые волнистослоистые с прослоями алевролитов темно-серых массивных	39,2
11. Уголь полуматовый, штриховатый (пласт № 22)	0,4
12. Аргиллиты серые массивные, с обуглившимися растительными остатками. Флора <i>Angaropteridium</i> cf. <i>cardiopteroides</i> , « <i>Aneimites</i> » <i>lopatinii</i> (Schm.) Zal., <i>Rufloia subangusta</i> (Zal.) S. Meyen, <i>Samaropsis beja</i> Radcz.	1,00
13. Уголь полуматовый, штриховатый, излом неровно-угловатый хрупкий	0,30
14. Алевролиты серые косослоистые, с прослойками мелкозернистого песчаника	6,70
15. Аргиллиты черные углистые массивные	0,55
16. Уголь матовый, штриховатый	0,50
17. Песчаники серые, с зеленоватым оттенком мелкозернистые, с включением пирита, с изобилием обуглившихся растительных остатков	0,85
18. Алевролиты серые косослоистые	1,75
19. Уголь полуматовый, полосчатый зольный, с включением пирита (пласт № 23)	0,55
20. Песчаники серые мелкозернистые волнистослоистые с прослоем алевролитов серых, косослоистых, с растительными отпечатками	8,2
21. Алевролиты серые массивные с растительными отпечатками. Флора <i>Angaropteridium teleuticum</i> Radcz., <i>Neuropteris sibirica</i> (Zal.) Radcz., <i>Katangiella latifolia</i> Radcz., <i>Rufloia subangusta</i> Radcz., <i>N. cf. tomiensis</i> Radcz.	0,85
22. Уголь полуматовый, штриховатый	0,40
23. Аргиллиты темно-серые с прослойками алевролита	0,95
24. Песчаники серые среднезернистые массивные с линзами угля	2,55
25. Алевролиты серые массивные с обуглившимися растительными остатками с прослоями песчаников серых средне-мелкозернистых косослоистых	6,10

Мощность разреза – 165,9 м. Выше согласно залегают пород белоярской свиты.

Общая мощность свиты принимается менее 170 м.

Песчаники светло-серые мелко-, реже средне- и крупнозернистые олигомиктовые кварцевые с плохой окатанностью и хорошей сортировкой обломков. Цемент гидрослюдисто-карбонат-хлоритовый, хлорит-карбонатный. Слоистость мелкая волнистая до косоволнистой, подчеркнута намывами растительного детрита, флорой плохой сохранности. Алевролиты зеленовато-серые комковатые, по составу хлорит-кварц-гидрослюдистые, аргиллиты хлорит-гидрослюдистые [74ф]. Некоторые пласты углей почти нацело сложены дисперсными кутикулами лепидофитов рода *Angarodendron*.

Алевролиты образованы в условиях малоподвижного мелководья, песчаники – в обстановках подводных дельт, баров и пересыпей. Алевролиты верхних частей ритмов с углями отлагались в условиях маршей.

Свита охарактеризована флорой: *Angaropteridium* cf. *cardiopteroides* (Schm.) Zal., «*Aneimites*» *lopatinii* (Schm.) Zal., *Rufloia subangusta* (Zal.) S. Meyen, *Samaropsis beja* Radcz., *Angaropteridium teleuticum* Radcz., *Neuropteris sibirica* (Zal.) Radcz., *Katangiella latifolia* Radcz., *Rufloia subangusta* Radcz., *N. cf. tomiensis* Radcz. (определения Г. П. Радченко), *Angaridium* cf. *mongolicum* Neub., *Rufloia* ex gr. *archaica* Gluch. (определения В. Е. Сивчикова). Палиноспектры охарактеризованы впервые и содержат пыльцу *Cordaitina* spp., *Florinites* spp., споры: *Psilohymena psiloptera* (Lub.) Hart et Harr., *Psilohymena mirabilis* (Lub.) Hart et Harr., *Turrisporites pyramidalis* Lub., *T. rigidispinosus* Lub., мелких *Granulatisporites microgranifer* Ibr. (определения Н. Б. Доновой).

Флора и СПК позволяют определить возраст свиты как московский–касимовский–гжельский века среднего–позднего карбона.

На разрезе геологической карты соленозерская, сарская, черногорская и подсиньская свиты даны объединенными ($C_{2-3SO+pb}$).

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Белоярская свита выделена Г. А. Ивановым в 1929 г. В стратотипе (Изыхский береговой разрез) обнажена только нижняя половина ее разреза. Полные разрезы свиты известны на месторождениях Бейское, где вскрыты скважинами колонкового бурения, и Изыхское (в береговых обнажениях и скважинах).

На Бейском месторождении свита разделена на три подсвиты [50ф], на Изыхском – на две подсвиты [68ф]. При этом объемы верхних подсвит во всех схемах расчленения остаются постоянными. На листе N-46-XXVI принято двучленное деление свиты на нижнебелоярскую (нижнеалыкаевский подгоризонт Кузбасса) и верхнебелоярскую (верхнеалыкаевский подгоризонт Кузбасса) подсвиты. Нижняя подсвита отвечает объему ранее выделяемых нижней и средней подсвит [50ф].

На Бейском месторождении полные разрезы свиты получены по материалам колонкового бурения М. П. Анфиногеновой и И. А. Санжара [42ф, 43ф, 66ф].

Нижнебелоярская подсвита (C_{3bl_1}) представлена чередованием пачек серых алевролитов (48–71 %), песчаников (22–35 %), темно-серых аргиллитов (10–16 %) с прослоями конгломератов и гравелитов. Подсвита вмещает восемь угольных пластов (№23а–30), среди которых есть пласты рабочей мощности.

Нижняя граница резкая, согласная с породами побережной свиты и проводится по появлению мощной пачки песчаников, верхняя – согласная, совпадающая с подошвой одной из пачек песчаников, принятых за основание верхнебелоярской подсвиты.

В составе подсвиты преобладают алевролиты и песчаники с известковым цементом, количество которых возрастает к ее кровле. Подсвита вмещает угольные пласты № 23а, 24–30. В верхней части известны наиболее мощные пласты углей. Мезоритмы подсвиты асимметричные за счет редукции верхних частей ритмов, мощностью от 10 до 50 м, отмечается заметное увеличение их мощностей в верхней половине подсвиты.

Разрез нижнебелоярской подсвиты по опорной скважине 4 ([43ф], скважина № 98, гл. 195,75–16,25 м) (снизу вверх):

1. Песчаники светло-серые мелкозернистые массивные	2,70
2. Гравелиты светло-серые массивные	4,20
3. Песчаники светло-серые разномелкозернистые, местами параллельнослоистые	4,10
4. Алевролиты песчаные серые волнистослоистые	2,05
5. Песчаники светло-серые крупно- до мелкозернистых массивные с прослоями алевролитов темно-серых массивных, параллельнослоистых	39,65
6. Аргиллиты углистые черные	1,20
7. Уголь полуматовый, полосчатый (пласт № 23а)	3,30
8. Алевролиты песчаные серые параллельнослоистые, в конце слоя с отпечатками детрита и слоем угля полуматового (0,05 м) (пласт № 24)	21,50
9. Аргиллиты серые слоистые с прослоем аргиллитов углистых	4,6
10. Песчаники светло-серые средне-мелкозернистые неяснослоистые	9,85
11. Уголь полублестящий, полосчатый (пласт № 25)	0,45
12. Алевролиты серые и темно-серые массивные, параллельнослоистые с прослоями песчаников светло-серых мелкозернистых массивных	36,8
13. Уголь полублестящий, полосчатый (пласт № 26)	1,65
14. Песчаники светло-серые мелкозернистые с прослоями серых алевролитов	9,75
15. Аргиллиты серые массивные параллельнослоистые	7,45
16. Песчаники светло-серые мелкозернистые массивные с прослоями серыми алевролитов	5,03
17. Уголь полуматовый, полосчатый (пласт № 27)	4,60
18. Аргиллиты серые массивные с прослоем песчаников мелкозернистых	19,25
19. Уголь черный полублестящий (пласт № 28)	1,20
20. Аргиллиты темно-серые до черных неясногоризонтальнослоистые	6,00
21. Уголь черный полублестящий (пласт № 29)	1,15
22. Ритмичное переслаивание (1–2,5 м) аргиллитов темно-серых с алевролитами серыми. Слоистость неясногоризонтальная	35,8
23. Уголь черный полублестящий	0,75

24. Ритмичное переслаивание алевролитов серых с зеленоватым оттенком мелкозернистых с аргиллитами темно-серыми	55,4
25. Ритмичное переслаивание песчаников светло-серых с зеленоватым оттенком мелко-среднезернистых с алевролитами светло-серыми известковыми. Слоистость косая	29,5
26. Аргиллиты серые до темно-серых тонко-горизонтальнослоистые	6,20

Мощность по разрезу – 301,1 м. Мощность подсвиты – менее 330 м.

Песчаники подсвиты светло-серые с зеленоватым оттенком олигомиктовые, кварцевые мелко-среднезернистые. Слоистость пологоволнистая и волнистая прерывистая, реже косая и горизонтальная. Обломки песчаников от неокатанных до средней степени окатанности. Сортировка материала средняя, редко хорошая. Цемент поровый, гидрослюдистокарбонатный.

Алевролиты темно-серые и серые с зеленоватым оттенком аркозовые, кварцевые. Преобладают поровый и базально-поровый типы цемента, в составе которого постоянно присутствуют гидрослюда, карбонат и хлорит.

Формирование песчаников связано с прибрежными фациями, алевролитов – с малоподвижным мелководьем бассейна и частично с прибрежными равнинами.

На площади смежного с севера листа подсвита охарактеризована флорой: *Aneimites lopatinii* (Schm.) Zal., *Angaropteridium tyrganicum* Zal., *Rufloia theodorii* (Tschirk. et Zal.) S. Meyen, *Angarodendron obruchevii* Zal. (определения С. Г. Гореловой) [76ф]. Палинокомплекс сопоставляется с комплексом алыкаевского горизонта, что позволяет относить подсвиту к алыкаевскому горизонту верхнего карбона.

Верхнебелоярская подсвита (C_3b1_2) представлена чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов, в том числе углистых, угольными пластами и пропластками мощностью от 0,1 до 4,2 м, равномерно распределенными по разрезу. Нижняя граница проводится по подошве мощной (до 35 м) пачки средне-крупнозернистых песчаников ниже угольного пласта 31, верхняя граница – по подошве пачки песчаников, перекрывающих угольный пласт 35. Подсвита вмещает угольные пласты № 31, 32, 33, 34, 35, среди которых есть пласты рабочей мощности.

Описание разреза подсвиты приведено по опорной скважине 2 ([43ф], скв. № 142, в интервале глубин 225,7–100,5 м) (снизу вверх):

1. Ритмичное переслаивание крупных пачек алевролитов светло-серых с зеленоватым оттенком с песчаниками аркозовыми светло-серыми мелко-среднезернистыми. Слоистость нечеткая крупная косая однонаправленная. К алевролитам приурочен угольный пласт № 31 мощностью 0,49 м	40,0
2. Уголь черный, матовый (пласт № 32)	0,74
3. Алевролиты светло-серые полого-косослоистые	2,2
4. Гравелиты полевошпат-граувакковые, цемент базальный гидрослюдистокарбонатный	2,2
5. Песчаники светло-серые крупнозернистые полевошпат-граувакковые, хорошо сортированные. Слоистость неясная горизонтальная	36,0
6. Алевролиты светло-серые горизонтальнослоистые	10,0
7. Уголь черный, матовый (угольный пласт № 33)	0,16
8. Ритмичное переслаивание (3–5 м) пачек песчаника полевошпат-грауваккового светло-серого мелкозернистого горизонтальнослоистого с алевролитами светло-серыми	25,0
9. Уголь черный, матовый (угольный пласт № 34)	6,55
10. Алевролиты светло-серые с редкими прослоями 0,5 м песчаника грауваккового светло-серого среднезернистого. Слоистость горизонтальная	2,0
11. Уголь черный, матовый (угольный пласт № 35)	0,25
12. Алевролиты мелкозернистые горизонтальнослоистые	8,0

Мощность разреза – 133,1 м. Выше залегают породы нижненаарылковской свиты.

Мощность подсвиты принимается до 170 м.

Песчаники подсвиты светло-серые полевошпат-граувакковые, реже олигомиктовые кварцевые. Обломки от неокатанных до средней степени окатанности, сортировка материала от средней до хорошей. Цемент базальный и пленочно-поровый, гидрослюдистокарбонатный и карбонатный. Слоистость песчаников нижней части подсвиты крупная косая, однонаправленная, в средней и верхней частях преобладают мелкозернистые разности массивного облика, реже с субгоризонтальной слоистостью.

Алевролиты серые аркозовые кварцевые, крупно- и мелкозернистые, цемент поровый гидрослюдистый с примесью карбоната, хлорита.

Аргиллиты сложены хлорит-гидрослюдистым агрегатом, иногда с примесью монтмориллонита.

Песчаники среднезернистые образованы в условиях подводных дельт, мелкозернистые песчаники средней и верхней частей подсвиты – в обстановке баров, пересыпей и пляжей, алевролиты, аргиллиты и угли – в центральных частях опресненных мелководных лагун и озер.

Угольные пласты устойчивы по латерали. Маркирующим является пласт № 34 Бейского месторождения.

Флора *Angaridium finale* Neuburg, *Cordaitea* sp., *Rufloria* ex gr. *theodorii* (Tschirkova et Zal.) S. Meyen, *Cordaicarpus* sp., изученная С. Г. Гореловой [76ф] западнее листа, соответствует комплексу из верхнеалькаевского подгоризонта верхнего карбона Кузбасса.

Возраст верхнебелоярской подсвиты принимается позднекаменноугольным.

Белоярская свита на разрезе показана нерасчлененной (C_{3bl}).

ПЕРМСКАЯ СИСТЕМА

Отложения пермской системы представлены нижним отделом. Они распространены в пределах центральной части Бейского месторождения, где вскрыты скважинами [42ф, 43ф, 66ф].

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

В нижний отдел входит нарылковская свита, расчлененная на нижненарылковскую и верхненарылковскую подсвиты. Свита выделена Г.А. Ивановым в 1929 г. на Изыхском месторождении в качестве «третьей угленосной толщи», залегающей на белоярской свите с конгломератами в основании. Стратотип свиты не указан.

Нижненарылковская подсвита (P_{1nr1}) на площади листа вскрыта скважинами 3 (№ 142) и 1 (№ 382) [42ф, 43ф].

Подсвита представлена чередованием темно-серых песчаников (43 %), алевролитов (37 %), аргиллитов (7 %), в том числе углистых, углей (11 %), конгломератов (2 %). Она включает рабочие угольные пласты № 36¹, № 36, № 37, № 38 средней мощностью 1,5–3,0 м, которые равномерно распределены по разрезу. Наиболее мощными из них являются пласты № 36 и № 37.

Породы слагают асимметричные мезоритмы трансгрессивной направленности мощностью от 5 до 23 м. В их основании залегают песчаники с линзами гравелитов и конгломератов, которые вверх по разрезу постепенно сменяются алевролитами с прослоями и пластами углей и углистых пород.

Сводный разрез нижненарылковской подсвиты представлен по опорным скважинам 2 ([43ф], № 142, интервал 100,5–45,0 м), 1 ([43ф] и № 382, интервал 131,3–75,0 м), где на породах верхнебелоярской подсвиты согласно залегают (снизу вверх):

1. Песчаники кварцевые светло-серые крупнозернистые	4,8
2. Алевролиты светло-серые мелкозернистые кварцевые, горизонтальнослоистые	2,6
3. Песчаники серые крупнозернистые, полого-косослоистые	1,6
4. Конгломераты с хорошо окатанной и сортированной галькой белого кварца, серых кремней. Цемент поровый	2,0
5. Алевролиты светло-серые средне- и мелкозернистые полого-косослоистые	4,6
6. Ритмичное переслаивание крупных пачек песчаников серых мелкозернистых косослоистых с алевролитами темно-серыми мелкозернистыми полого-косослоистыми	21,3
7. Песчаники кварцевые серые мелко- и среднезернистые	15,3
8. Ритмичное переслаивание (2–2,5 м) алевролитов серых мелкозернистых тонкогоризонтальнослоистых с песчаниками кварцевыми серыми мелкозернистыми	13,4
9. Уголь черный, матовый (угольный пласт № 36 ¹)	1,7
10. Аргиллиты темно-серые до черных тонко-косослоистые до горизонтальнослоистых	4,00
11. Уголь черный матовый с прослоями аргиллитов углистых черных (пласт № 36)	5,45
12. Ритмичное переслаивание алевролита темно-серого с аргиллитами темно-серыми горизонтальнослоистыми с прослоями угля	12,75
13. Уголь черный матовый (угольный пласт № 37)	1,1
14. Переслаивание (0,7–1,2 м) песчаников кварцевых светло-серых среднезернистых с алевролитами и аргиллитами светло-серыми до черных. Слоистость косая, пологая	16,8
15. Уголь черный матовый (угольный пласт № 38)	1,1
16. Аргиллиты черные тонкослоистые	1,5

Мощность разреза – 110 м. Выше согласно залегают породы верхненарылковской подсвиты.

Песчаники серые кварцевые мелко- и среднезернистые. Окатанность обломков слабая, сортировка от плохой до хорошей. Цемент поровый, реже, базальный гидрослюдистокarbonатный с примесью хлорита, изредка каолинита. Преобладает косая слоистость.

Алевролиты серые кварцевые мелко- и крупнозернистые. Окатанность материала слабая, сортированность хорошая, реже средняя. Цемент поровый и базальный гидрослюдистокarbonатный, изредка с примесью хлорита. Слоистость горизонтальная и пологоволнистая.

Образование песчаников, гравелитов и конгломератов предполагается в условиях руслового и пойменного аллювия, алевролитов – в обстановке малоподвижного мелководья бассейна [41, 76ф].

В пределах Бейского месторождения (вне площади листа) определена флора «*Koretrophyllites*» cf. *brevis* Gorel., *Angaridium tenuis* Gorel., *Cordaites psilotus* Sivt., *Angaridium* cf. *mongolicum* Zal., *Rufioria* ex gr. *archaica* (Gluch.), *R.* ex gr. *meyenii* Gluch., *Samaropsis skokii* Neub., *Cordaicarpus* typ. *baranovii* Such., *Crassinervia venosa* Gorel., *C.* sp., *Barakaria obruchevii* Neub., *Neuropteris balachonskiensis* Gorel., (определения С. Г. Гореловой, ревизия В. В. Сивчикова) промежуточного горизонта нижней перми Кузбасса [41, 76ф]. Тот же самый стратиграфический уровень получен по результатам изучения неморских двустворок, макроостатков растений и палиноспектров на Изыхском месторождении [70ф]. Возраст подсвиты принимается раннепермским.

Верхненаарылковская подсвита (P₁n₂) вскрыта скважинами. На Изыхском месторождении изучен ее разрез в объеме 270 м. На Бейском месторождении в пределах площади листа сохранилась ее базальная часть мощностью около 65 м [42ф, 43ф].

Подсвита представлена чередованием примерно в равных количествах темно-серых песчаников, алевролитов и аргиллитов, вмещает угольные пласты № 39–42. Она согласно залегает на нижней подсвите.

Разрез верхненаарылковской подсвиты по опорной скважине 1 ([43ф], № 382 в интервале глубин 75,0–16,75 м) (снизу вверх):

1. Ритмичное переслаивание песчаников кварцевых серых крупнозернистых косослоистых с алевролитами серыми тонкослоистыми	17,0
2. Аргиллиты темно-серые тонкослоистые	0,4
В интервале между пластами № 38 и 39 С. Г. Гореловой определена флора <i>Paracalamites</i> sp., <i>Barakaria obruchevii</i> Neub., <i>Neuropteris balachonskiensis</i> Gorel., <i>Samaropsis danilovii</i> Such., <i>Angaropteridium cardiopteroides</i> (Schm.) Zal., <i>A. grandifoliolatum</i> Zal., <i>Rufioria derzavinii</i> S. Meyen, <i>Crassinervia venosa</i> Gorel., <i>Samaropsis skokii</i> Neub., <i>S. paurilla</i> Zal.	
3. Уголь черный матовый тонкослоистый (угольный пласт № 39)	1,65
В кровле угольного пласта определена флора <i>Paracalamites</i> sp., <i>Rufioria derzavinii</i> S. Meyen [76ф]	
4. Аргиллиты углистые темно-серые с буроватым оттенком, горизонтальнослоистые	0,75
5. Уголь черный, матовый	0,15
6. Аргиллиты темно-серые тонкослоистые	0,80
7. Ритмичное переслаивание песчаников кварцевых серых мелкозернистых (пласты мощностью 0,4–0,7 м) с алевролитами серыми и темно-серыми	8,0
8. Аргиллиты темно-серые тонкогогоризонтальнослоистые	0,7
9. Уголь черный, матовый (угольный пласт № 40)	1,5
10. Ритмичное переслаивание (0,3–0,8 м) песчаников серых мелкозернистых, алевролитов темно-серых, аргиллитов темно-серых до черных; слоистость косая, пологая	6,5
11. Уголь черный, матовый в переслаивании с аргиллитами темно-серыми, тонкогогоризонтально-слоистыми (угольный пласт № 41)	1,25
В кровле угольного пласта С. Г. Гореловой определена флора <i>Koretrophyllites prokopievskiensis</i> Gorel. [76ф]	
12. Переслаивание алевролитов темно-серых с песчаниками кварцевыми серыми мелкозернистыми	6,0
13. Уголь черный, матовый	0,4
14. Ритмичное переслаивание песчаника кварцевого мелкозернистого с алевролитом темно-серым до черного. Слоистость косая, пологая	12,0
15. Уголь черный, матовый (угольный № 42) с прослоем углистого аргиллита	1,15

Мощность разреза – 58,25 м.

Верхняя часть подсвиты эродирована. Ее неполная мощность принимается около 65 м.

Песчаники кварцевые. Окатанность материала слабая, сортировка средняя до хорошей. Цемент поровый и порово-базальный карбонатно-гидрослюдистого состава. Преобладает волнистая и крупная косая слоистость.

Алевролиты темно-серые и серые разномерные разного состава: граувакковые, полевошпат-граувакковые, кварцевые и др. Материал слабо окатан и, преимущественно, хорошо сортирован. Преобладает мелкая горизонтальная и пологоволнистая слоистость.

Подсвета охарактеризована относительно немногочисленными находками неморских двусторок, палиноспектрами и макроостатками растений, позволяющими относить ее к ишановскому и кемеровскому горизонтам нижней перми [40, 73ф].

Возраст подсветы принимается раннепермским.

На разрезе нарылковская свита показана нерасчлененной (P_{1nr}).

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

На листах N-46-XX и N-46-XXV откартированы палеоген-неогеновые впадины, границы которых выведены на рамку листа N-46-XXVI, на территории которого они ранее не были известны. В связи с этим, по западной и северной рамкам листа возникла «несбойка». Для решения этого вопроса были проведены специализированные исследования и фактическими данными (скважинами, горными выработками и естественными обнажениями) подтверждено, что палеогеновые и неогеновые отложения отсутствуют на изученной площади [73ф].

Четвертичные породы (от эоплейстоцена до современных) широко распространены в пределах листа (граф. прил. 3). По генетическому признаку выделены элювиальные, делювиальные, коллювиальные, десерпционные, солифлюкционные, аллювиальные, делювиально-пролювиальные, озерно-аллювиальные, ледниковые и техногенные отложения.

Стратиграфическое расчленение четвертичных отложений произведено в соответствии с Легендой Западно-Саянской серии листов Гостеолкарты-200 и новым данным, полученным по результатам ГДП-200 [73ф]. В связи с тем, что четвертичные отложения Южно-Минусинской котловины, входящей в Легенду Западно-Саянской серии, недостаточно изучены и расчленены, часть подразделений заимствована из Легенды Минусинской серии для карт кайнозойских образований масштаба 1 : 200 000 [19].

ПЛЕЙСТОЦЕН

ЭОПЛЕЙСТОЦЕН

Эоплейстоценовые отложения распространены в Южно-Минусинской СФЗ и выполняют широкую впадину пра-долины Енисея, протягивающуюся на северо-запад до р. Абакан. В центральной части долины преобладают аллювиальные крупногалечные и валунные породы. В бортах долины формируются делювиально-пролювиальные красно-бурые песчаные глины с плохоокатанной галькой и озерно-аллювиальные пески и суглинки с прослоями галечников. Эоплейстоценовые отложения слагают также долины стока блуждающих потоков и конусы выноса, образуя предгорную равнину вдоль горных сооружений Западного Саяна и депрессионные понижения в Южно-Минусинской впадине.

К а с п и н с к а я с в и т а (dpEks), выделенная М. С. Абрамовым (1966 г.) в Каспийской впадине, сложена делювиально-пролювиальными породами, являющимися продуктами переотложения кор выветривания. Области делювиально-пролювиальной аккумуляции каспийской свиты существовали в предгорных долинах и в депрессионных понижениях горной области, обусловленных древними тектоническими нарушениями. Свита имеет ограниченное распространение в долинообразных понижениях древнего рельефа, на склонах, в прибортовых частях долин на выходе их из горной области, в верховьях логов и ручьев, где существовали условия для их консервации.

Каспийская свита на территории листа откартирована в предгорной области Западного Саяна, вдоль южной границы Южно-Минусинской впадины, на абс. отм. 340–380 м, а также в долинообразных понижениях Южно-Минусинской впадины у озер Солёное, Новотроицкое, Подгорное и Красное. Отложения вскрыты скважинами и шурфами, залегают на коренных породах.

Свита сложена красно-коричневыми, желто-красными плотными и вязкими глинами гидрослюдисто-каолинового состава, суглинками с глыбами или щебнем, щебнем различных

пород, галькой с линзами песчано-гравийного материала. Она перекрыта более молодыми четвертичными образованиями, иногда значительной мощности (до 55 м).

Обобщенный разрез свиты в долинообразных понижениях у озер Солёное и Подгорное описан по скважинам 7, 9 (снизу вверх):

1. Суглинки красно-коричневые плотные, прослой супесей и суглинков с гравием и обломками пород. Содержание обломков в суглинке до 40 %. Граница с подстилающими красноцветными девонскими отложениями резкая	1,5
2. Глины темно-коричневые, в основании до черных, плотные, тяжелые с окатышами глин, обломками пород, гравием и галькой кремнистого состава	2,5
3. Пески глинистые красно-коричневые мелкозернистые, с прослоями гравелита с плохоокатанной кремнистой галькой	1,0
4. Супеси глинистые коричнево-красные с прослоями гравелита	0,5
5. Суглинки светло-коричневые комковатые	0,7
6. Глины серые и зеленовато-серые, иловатые и запесоченные, мягкие	2,0
7. Суглинки красно-коричневые мягкие, легкие, с гравием кремней, обломками известняков, песчаников; в верхней части слоя – включения известковых конкреций	3,3
8. Суглинки глинистые болотно-зеленые плотные известковистые	1,5
9. Глины черно-буро-серые с точечно-пятнистым ожелезнением	1,5
10. Глины алевритистые коричнево-бурые и желто-коричневые мягкие и легкие, в кровле – светло-коричневые лессовидные бесструктурные суглинки	3,0

Общая мощность по разрезу – 17,5 м.

Неполный разрез каспинской свиты вскрыт в скв. 14 к востоку от оз. Чёрное (сол.) у подножия горного обрамления Южно-Минусинской впадины в левом борту долины р. Енисей (снизу вверх):

1. Песчано-галечно-щебнисто-дресвяный материал с валунами в буро-коричневом крупнозернистом кварц-полевошпатовом песке, щебень и дресва эффузивов, гранитов и известняков. Галька среднеокатанная полимиктовая, представленная кварцем, кремнями, эффузивами, гранитами	более 1,0 м
2. Суглинки буро-коричневые с 30% содержанием щебня, гравия и гальки, отдельные валуны кремней	3,0 м

Вскрытая мощность отложений – 4 м.

В правом борту р. Енисей в предгорной части впадины каспинская свита к настоящему времени погребена под неоплейстоцен-голоценовыми делювиально-пролювиальными и аллювиальными осадками террас р. Енисей мощностью до 55 м. Она вскрыта скважинами № 12, 13, 22, 23 (разрез Б₁–Б₆) [58ф]. Отложения представлены щебнем с глинистым заполнителем, глинами с дресвой и гравием мощностью 15–20 м.

Минералогический состав глин разнообразен: монтмориллонит-каолининовый в нижней части разреза, выше – гидрослюдисто-каолининовый, в кровле – каолининовый с гидроокислами железа.

Мощность каспинской свиты составляет 18–20 м.

Спорово-пыльцевые спектры из этих отложений (скважины 7, 8, 9, 14) характеризуются преобладанием пыльцы древесных растений (80,0–97 %): хвойных – *Pinus sibirica*, *P. silvestris*, *P. aff. silvestris*, *P. subgen. Haploxylon*, *P. subgen. Diploxylon*, в меньшей степени – лиственных *Betula*. Среди травянистых (7,0 %) встречается пыльца *Asteraceae* и *Fabaceae*, среди споровых (до 12,0 %) – споры *Polypodiaceae* и *Lycopodium annotinum*. Выделенный спорово-пыльцевой спектр характеризует темнохвойную таежную растительность с примесью экзотических сосен и может быть датирован эоплейстоценом (заклчения Т. Г. Прошиной, И. В. Смокотиной). Смена березовых лесов таежной растительностью южного типа отмечается в Западной Сибири для эоплейстоцена. В. А. Астахова сопоставляла каспинскую свиту с кочковской свитой Прералтайской равнины, возраст которой – эоплейстоценовый [38].

На соседних площадях также имеются палинологические данные, подтверждающие эоплейстоценовый возраст каспинской свиты [38, 39].

Возраст каспинской свиты принимается эоплейстоценовым.

Аллювиальные отложения эоплейстоцена (αE, αQE*) выполняют широкую равнину прадолины Енисея от современного русла реки до р. Абакан. Они залегают на корен-

* Индекс подразделения на геологической карте.

ных породах, в бортах долины *фациально замещаются* делювиально-пролювиальными или озерно-аллювиальными отложениями эоплейстоцена. Вдоль русла р. Енисей в отложения прадолины предположительно врезан аллювий нижнего неоплейстоцена. Здесь они перекрыты аллювием I и II надпойменных террас.

Аллювий прадолины вскрыт многочисленными карьерами, используемыми для добычи ПГС, и скважинами на Бейском угольном месторождении. Аллювий представлен валунно-галечно-гравийным материалом, галечниками и песками.

Разрез аллювия вскрыт карьером у с. Новомихайловка (опорное обнажение 4) и карьером в левом борту р. Енисей у о. Ойдак (снизу вверх):

1. Пески серые мелко-среднезернистые горизонтальнослоистые с линзами гравия	2,5
2. Валунно-галечно-гравийно-песчаная смесь, валуны в нижней части слоя. Граница с нижележащим слоем неровная, волнистая, в подошве отмечается мелкая галька. Галька и гравий хорошо- и среднеокатанные и состоят из интрузивных, эффузивных и метаморфических пород, с примесью валунов размером до 30 см в количестве 10 %. Содержание гальки и гравия составляет в среднем 60 %, песка до 35 %	2,5
3. Пески мелкозернистые серые горизонтальнослоистые с линзами серого крупнозернистого песка	2,5
4. Гравийно-галечные отложения с линзами серого среднезернистого косослоистого кварц-полевошпатового песка. Галька хорошо окатана и аналогична породе в слое 2	2,5

Мощность разреза – 10 м.

Полная мощность аллювия, вскрытая разведочными скважинами в Бейской мульде, составляет 15–24 м [66ф]. В левом борту р. Енисей в районе г. Саяногорск, по данным разведочных работ на ПГС, она достигает 30 м.

В южной части листа в левом борту р. Кантегир (устье руч. Амбарный) на абс. отм. 530–550 м (с относительной высотой 180–200 м над бывшим руслом р. Кантегир) описаны пологонаклонные (5–7°) площадки размером 100 × 170 м с ровной поверхностью. Эти площадки на данное время находятся ниже уреза воды Саяно-Шушенского водохранилища. Разрезы не изучались, однако присутствие хорошоокатанной гальки в верхней части разреза террасы уровня 180–200 м свидетельствует о ее аллювиальном генезисе [49ф].

Для спорово-пыльцевых спектров из аллювиальных отложений (опорное обнажение 4) характерно преобладание древесной группы растений (90,0–92,0 %) за счет хвойных пород – *Pinus sibirica* (19,7–27,0 %), *P. silvestris* (35,0–32,0 %), *Abies* (3,0 %), *Picea* (3,0–1,4 %). Наряду с видами, присущими современной флоре, отмечается пыльца древних видов сосен – *P. subgen. Haploxylon (P. cembraeformis)*, *P. subgen. Diploxylon (P. aff. silvestris)*. Из лиственных пород отмечена пыльца *Betula*. Среди немногочисленных травянистых растений (5,3–8,2 %) встречается пыльца *Asteraceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*. В группе споровых растений (1,4–2,6 %) отмечены единичные споры папоротников семейства *Polypodiaceae*.

Спорово-пыльцевые спектры характеризуют таежную растительность с примесью экзотических сосен. Климат во время формирования вмещающих осадков был мягче современного и более влажный. Участие пыльцы экзотических видов сосен без пыльцы широколиственных в составе спорово-пыльцевых спектров характерно для эоплейстоценовых спектров (заключение Т. Г. Прошиной) [73ф].

В районе г. Красноярск аллювий террасы р. Енисей с относительной высотой 140–180 м (худоноговская терраса по легенде Минусинской серии) характеризуется спорово-пыльцевыми спектрами с преобладанием древесной группы растений (до 82 %) за счет пыльцы хвойных пород. Это пыльца *Picea* (до 48 %), *Pinus subgen. Haploxylon* (до 18 %), *P. subgen. Diploxylon* (до 11 %), *P. aff. silvestris* (до 35 %). Подобные спорово-пыльцевые спектры хвойных лесов с участием в их составе экзотических сосен характерны для эоплейстоценовых отложений [19, 38].

Возраст аллювия прадолины р. Енисей принимается эоплейстоценовым.

С аллювием прадолины р. Енисей связаны месторождения ПГС.

Озерно-аллювиальные отложения эоплейстоцена (IaE) распространены в бортах прадолины Енисея (карьер «Чалпан» и у оз. Подгорное, разрез А₁–А₃) и слагают долинообразные равнины в пределах Новомихайловской возвышенности (разрез Б₁–Б₆). В предгорной части по правому борту р. Енисей озерно-аллювиальные отложения погребены под делювиально-пролювиальными, либо аллювиальными осадками неоплейстоцена (разрез Б₁–Б₆).

Отложения вскрыты шурфами и скважинами, представлены песками, суглинками и глинами с прослоями гравия и галечника.

Неполный разрез отложений описан по скв. 3, северо-западнее карьера «Чалпан» (снизу вверх):

1. Пески мелкозернистые серые ожелезненные	0,3
2. Пески зеленовато-серые мучнистые глинистые с прослоями ленточных серых глин	2,5
3. Пески мелкозернистые коричневые, красновато-коричневые глинистые с редкой кремнистой галькой и гравием	5,0
4. Суглинки от буро-коричневых до зеленовато-серых	1,1
5. Пески среднезернистые коричневые кварц-полевошпатовые	0,9
6. Суглинки кирпично-красные с обломками пород, гравием и галькой	1,5
7. Пески красновато-коричневые мелкозернистые с обломками пород, гравием и галькой	1,0
8. Суглинки болотного цвета с обломками пород	1,0
9. Супеси красно-коричневые слоистые	0,5

Общая мощность разреза – 13,8 м.

Озерно-аллювиальные отложения в долинообразных равнинах в пределах Новомихайловской возвышенности вскрыты шурфами и представлены красновато-коричневыми суглинками, коричневыми мелкозернистыми песками. Песчаная фракция озерно-аллювиальных отложений сложена кварцем, полевыми шпатами, биотитом, роговой обманкой, хлоритом, отмечаются эпидот, актинолит, гранат, тонкоагрегатные халцедоновые новообразования, карбонат. Состав глинистой фракции их преимущественно гидрослюдисто-монтмориллонитовый.

На водоразделе рек Грязнушка и Мал. Шушь озерно-аллювиальные отложения вскрыты скважинами № 16, 18, 20 (разрез Б₁–Б₆), где они перекрыты осадками неоплейстоцена [58ф]. На дневную поверхность отложения выходят в обрывах р. Енисей у с. Шунеры и представлены в нижней части желтовато-серыми, желтыми, красно-бурыми, тяжелыми, вязкими глинами, часто песчанистыми и содержащими линзы кварцевых песков и галечников. Верхняя часть озерно-аллювиальных отложений сложена зеленовато-бурыми и желтовато-зелеными глинами с редкими линзами песков и галечников. При приближении к горной области Западного Саяна количество песчано-галечного материала возрастает, исчезают глины зеленоватого цвета, отложения фациально замещаются делювиально-пролювиальными осадками каспийской свиты. Мощность этих отложений колеблется в широких пределах – от 3 до 30 м.

Спорово-пыльцевые спектры из озерно-аллювиальных отложений характеризуют два эпизода в развитии растительности: первый – таежная растительность с экзотическими соснами (скв. 3), климат теплый и достаточно влажный, второй – лесостепная растительность (отложения вдоль северной рамки листа, в Новомихайловской возвышенности). В составе лесов участвуют экзоты, климат суше и, возможно, холоднее (заклучение Т. Г. Прошиной). По данным В. А. Астахова, О. А. Раковец (1972 г.), низы озерно-аллювиальных отложений каспийской свиты, описанной в Каспийской впадине, характеризуются сходными спектрами с преобладанием кедра, сосны, ели, пихты [38].

Возраст озерно-аллювиальных отложений принимается эоплейстоценовым.

С озерно-аллювиальными отложениями эоплейстоцена связано месторождение огнеупорных глин у с. Шунеры (П-3-10).

НЕОПЛЕЙСТОЦЕН

Нижнее звено

К нижнему звену неоплейстоцена отнесены: аллювий террасы р. Енисей с относительной высотой 100–120 м и озерные отложения.

Аллювиальные отложения (а1) надпойменной террасы р. Енисей высотой 100–120 м сохранились в Западно-Саянской СФЗ на левом берегу у г. Саяногорск и между реками Сизая и Голубая (гора Хобус) на небольших площадках.

Впервые терраса выделена и описана М. П. Нагорским (1937 г.) в районе г. Красноярск как Седьмая или Торгашинская. М. П. Нагорский отмечал, что она, как в горной, так и в предгорной части имеет в основном одинаковое строение и высоту. Коренные породы цоколя террасы прикрыты тонким слоем галечника. Нижняя часть разреза террасы имеет маломощный слой перстративного аллювия с продуктами переотложения химически измененных пород. Верхняя часть разреза состоит из светло-коричневых мелкозернистых горизонтальнослоистых песков.

Отложения представлены красно-бурными ожелезненными песками и галечниками мощностью до 1,5 м. У г. Саяногорск выработками вскрыты сильно выветрелые темно-бурые галечники с валунами и большой примесью песчано-глинистого материала. Галька состоит из кварца, кремнистых сланцев и плагиогранитов. Мощность галечников – от 1,0 до 2,2 м. В левом борту р. Кантегир (устье руч. Амбарный), на абс. отм. 450–470 м (относительная высота 100–120 м над бывшим руслом р. Кантегир) В. Д. Зальцманом описана площадка террасы размером 120 × 200 м. Поверхность ее пологонаклонная (5–7°). Описанные В. Д. Зальцманом отложения представлены хорошоокатанной кремнистой галькой, залегающей на цоколе из коренных пород [49ф]. Площадка террасы в данное время находится ниже уреза воды Саяно-Шушенского водохранилища.

В Южно-Минусинской впадине раннечетвертичный аллювий, возможно, находится ниже уреза Енисея, врезан в аллювий эоплейстоценовой долины реки и перекрыт аллювием верхнего неоплейстоцена.

Возраст аллювия определен как раннечетвертичный по сопоставлению с Торгашинской надпойменной террасой мощностью 100–120 м р. Енисей в районе г. Красноярск, который подтвержден находками в нижних частях аллювия раннеэоплейстоценовой фауны млекопитающих – древней формы слона и санменской лошади [19, 73ф].

Озерные отложения (II) связаны с озерами Чёрное (сол.), Новотроицкое, Солёное и ур. Трёхозерки в Южно-Минусинской впадине. Они представлены илстыми глинами, песками, суглинками. Скважиной 17, восточнее оз. Чёрное (сол.) вскрыты илстые глины голубовато-серые тонкослоистые плотные. Вокруг оз. Солёное встречаются илы черные и темно-серые, являющиеся лечебными грязями. Вскрытая мощность отложений – до 5 м. Выделенные из них СПК характеризуются преобладанием спор сфагновых мхов и высоким содержанием пыльцы древесных пород (сосновых) и отражают, вероятно, залесенную (сосново-кедровые леса с примесью ели, пихты) местность с заболоченными участками.

Возраст озерных отложений условно принят раннеэоплейстоценовым по аналогии с синими глинами Северо-Минусинской впадины [19, 73ф].

С озерными отложениями связаны лечебные грязи и натриевые соли.

Среднее звено

К среднему звену неоплейстоцена относятся аллювиальные отложения V и IV надпойменных террас рек Енисей и Сизая высотой 60–70 и 35–50 м соответственно, а также ледниковые отложения Алашской стадии максимального оледенения.

Ербекский горизонт

Аллювиальные отложения пятой надпойменной террасы (a⁵ller) р. Енисей (высота 60–70 м над урезом воды) расположены в Западно-Саянской СФЗ на левобережье реки, на выпуклых берегах ее излучин, ниже плотины Саяно-Шушенской ГЭС, в пределах Черемушкинского и Изербельского участков долины. Терраса цокольная, участками погребенная под склоновыми образованиями, площадка шириной не более 150 м [49ф]. Терраса сложена гравийно-песчаными отложениями с примесью мелкой хорошоокатанной гальки различного петрографического состава, супесями или суглинками с примесью до 20 % песчаной фракции. Мощность аллювия пятой террасы составляет 8–10 м.

В Южно-Минусинской СФЗ в правом борту р. Енисей аллювий террасы, вскрытый скважинами 16 и 18, залегают на озерно-аллювиальных отложениях эоплейстоцена и перекрыт делювиально-пролювиальными либо аллювиально-пролювиальными образованиями верхнего неоплейстоцена–голоцена. Мощность аллювия – менее 10 м [58ф].

Возраст отложений террасы принимается началом среднего неоплейстоцена, что доказывается ее расположением гипсометрически выше фаунистически охарактеризованной IV террасы высотой 35–50 м второй половины среднего неоплейстоцена. В соответствии с Легендой Западно-Саянской серии возраст отложений пятой террасы принимается ербекским временем среднего неоплейстоцена.

Улуг-хемский горизонт

Ледниковые отложения (glul) представлены комплексом моренных отложений, развитых на северных и южных склонах хр. Борус в верховьях рек Мал. Абдыр, Пойлова и Со-

болева. Общая площадь, занятая этими образованиями, составляет около 17 км². Они являются продуктом горно-долинного оледенения, проявившегося в высокогорной части Западного Саяна в среднечетвертичное время.

В пределах высокогорной части Западного Саяна существовало два локальных горно-долинных оледенения: среднечетвертичное максимальное Алашское и позднечетвертичное Кара-Хольское [49ф]. На площади листа установлено одно хорошо выраженное, соответствующее максимальному Алашскому, оледенение. Вещественный состав и мощность моренных отложений даны по результатам геологосъемочных работ масштаба 1 : 50 000 [49ф]. Боковые морены троговых участков долин сложены угловатыми обломками самой различной величины, связанными суглинистым материалом. Мощность их 10–15 м, сливаясь с донной мореной, достигает максимальной мощности 30–60 м. Обломки несколько окатаны, на них встречается ледниковая штриховка. Суглинистый материал с поверхности вымыт и морена представлена полем нагроможденных глыб и обломков различных размеров. По мере движения вниз морена выполаживается и переходит в увалистую морену, мощность отложений которой достигает 20–30 м. По составу и строению она аналогична, сложена суглинками с глыбами, валунами и щебнем с крупными глыбами. Мелкозем сохранился лишь в нижних частях разреза.

Возраст ледниковых отложений принимается улуг-хемским временем среднего неоплейстоцена в соответствии с Легендой Западно-Саянской серии.

Чингекатский–каа-хемский горизонты

Аллювиальные отложения четвертой надпойменной террасы (α⁴llĉn-kh) высотой 35–50 м над урезом воды в Южно-Минусинской СФЗ прослеживается вдоль правого берега Енисея, в среднем течении рек Шунерка и Орловка. Они вскрыты скважинами 11, 12, 13. Аллювий террасы врезан в делювиально-пролювиальные и озерно-аллювиальные отложения эоплейстоцена и представлен галечниками, песками, глинами и суглинками [58ф].

В разрезе IV террасы по скв. 11 на голубовато-серых глинах залегают (снизу вверх):

1. Галечники с валунами	10,0
2. Гравийно-галечный материал с серым разнородным песком	10,0
3. Пески серые разнородные	2,5
4. Глины коричневые	3,0

Мощность по разрезу – 25,5 м.

Аллювий террасы перекрыт эоловыми песками либо аллювиально-пролювиальными галечниками с супесями верхнего неоплейстоцена–голоцена. Мощность отложений террасы, по данным бурения, менее 35 м.

По левому берегу Енисея, в районе оз. Чалпан, узкая площадка террасы прослеживается вдоль северо-западного борта древней долины. Здесь аллювий врезан в озерно-аллювиальные отложения эоплейстоцена и вскрыт скв. 3 (снизу вверх):

1. Песчано-гравийно-галечная смесь	1,2
2. Пески глинистые серые и красновато-коричневые мелкозернистые	2,9
3. Пески серые крупнозернистые с редкой галькой белого кварца	1,1

Мощность по разрезу – 5,2 м.

В горной области Западно-Саянской СФЗ четвертая надпойменная терраса расположена ниже плотины Саяно-Шушенской ГЭС на выпуклых берегах излучин р. Енисей в пределах Черемушкинского и Изербельского участков долины. Терраса цокольная, прислоненная, ширина площадки – не более 200 м; сложена терраса мелкообломочным материалом: пылеватыми супесями, суглинками с примесью до 30 % грубозернистого песка, присутствует мелкая (2–4 см) хорошоокатанная галька (до 10–15 % от объема рыхлого материала). Мощность отложений четвертой террасы составляет 6–8 м [49ф].

Отложения четвертой надпойменной террасы Енисея в устье р. Сизая вскрыты канавами и представлены галечниками мощностью 2 м и лежащими на них палево-желтыми тонкозернистыми песками, имеющими мощность 18 м. В песках наблюдаются тонкие прослои супесей и суглинков. Галечники состоят из слабоокатанной гальки кварцитов, гранитов и кварца. В основании песков собраны остатки фауны млекопитающих (определение В. И. Громова, 1948): *Ovis*

ammon, Cervus elaphus, Rangifer tarandus, Rhinoceras sp. второй половины среднего звена неоплейстоцена [58ф].

В соответствии с Легендой Минусинской серии [19], образование террасы произошло во вторую половину среднего неоплейстоцена, о чем свидетельствуют находки в ее аллювии ископаемой фауны верхнепалеолитического комплекса в сочетании с *Equus caballus L.* Возраст аллювия четвертой террасы высотой 35–50 м принимается чингекатским–каа-хемским временем среднего неоплейстоцена.

Верхнее звено

К верхнему звену неоплейстоцена относятся аллювиальные отложения второй и третьей надпойменных террас рек Енисей, Сизая и Уй высотой 25–30 и 15–20 м соответственно.

Кызыл-оюкский–азасский горизонты

Аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы (α^3 IIIkz-az) р. Енисей высотой 25–30 м широко представлены вдоль правого борта долины реки в Южно-Минусинской впадине. Терраса цокольная. На левом берегу р. Енисей у пос. Кирово высота ее цоколя достигает 10 м над урезом воды. Вдоль правого борта реки от мыса Шунерский до пос. Синий Камень цоколь поднимается над водой до 30 м. Отложения залегают на цоколе из коренных пород или озерно-аллювиальных образований.

В горной Западно-Саянской СФЗ отложения террасы сохранились в устье р. Голубая и по левому берегу р. Сизая, на левобережье р. Енисей на вогнутых берегах ее излучин в пределах Майнского, Черемушкинского и Изербельского участков долины. Площадка террасы имеет в плане сегментную форму, пологий наклон (5–10°) в сторону русла, ширину от 40 до 130 м. Терраса прислоненная, отложения залегают на цоколе из коренных пород или на склоновых образованиях.

Русловая фация аллювия террасы состоит из галечника и разнозернистых горизонтально- и косослоистых песков, верхняя часть – облессованные суглинки и пески с горизонтальной слоистостью. В строении третьей надпойменной террасы, что характерно и для террас низкого уровня, проявляется закономерная полицикличность. Нижние их горизонты представляют собой русловые галечно-песчано-гравийные, затем песчано-супесчано-суглинистые пойменные осадки. Сверху залегают многослойные толщи различной мощности перегляциального аллювия со свойственным для него облессованием, следами криогенных нарушений и с признаками седиментационных пауз, который в местах обитания древнего человека на Майнском участке долины включает культурные слои.

Разрез третьей надпойменной террасы на Майнском участке долины в левобережье р. Енисей, где на скальном цоколе залегают (снизу вверх):

1. Линзы галечника с дресвой в сером разнозернистом песке	0,5
2. Пески серые тонкозернистые горизонтальнослоистые слабокарбонатизированные, с прослойками ожелезнения, в верхней части – гумусированный песок (культурный слой)	0,8
3. Пески желтовато-серые тонкозернистые, карбонатизированные, в верхней части с мерзлотными клиньями по песчано-ледяным жилам (культурные слои)	0,8
4. Пески коричнево-желтые тонкозернистые с горизонтами ископаемой серо-коричневой почвы (культурные слои)	0,7

Мощность по разрезу – 2,8 м.

В пределах Изербельского участка долины р. Енисей разрез третьей надпойменной террасы представлен песками глинистыми тонкозернистыми мощностью 3–4,5 м.

В Южно-Минусинской впадине площадка террасы приобретает вид холмисто-увалистой равнины, где аллювий перекрыт эоловыми песками. Вдоль зоны Саяно-Минусинского взбросо-надвига в предгорной части терраса погребена под шлейфами аллювиально-пролювиальных и делювиально-пролювиальных отложений [58ф].

Разрез террасы по скв. 10 в среднем течении рек Шунерка и Орловка представлен следующими отложениями (снизу вверх):

1. Гравийно-галечные отложения с серым разномерным песком	10
2. Пески серые, светло-коричневые мелко-среднезернистые полимиктовые	7,0
3. Суглинки светло-коричневые	3,0

Мощность по разрезу – 20 м.

Мощность отложений террасы принимается менее 20 м.

К отложениям террасы приурочены позднепалеолитические стоянки на Майнском участке в долине р. Енисей и в приустьевой части рек Уй, Голубая, Сизая (стоянки Майнинская, Уй-I, Голубая). Находки фауны в раскопах указывают на существование смешанных ландшафтов: лесистых долин, где водились косули, олени; остепненных склонов – излюбленных стадий зубров; скалистых горных участков – мест обитания козорогов [37].

Спорово-пыльцевые спектры из суглинков и песков террасы у пос. Кирово характеризуются обилием пыльцы травянистых растений семейства сложноцветные, среди которых присутствуют полынь и астра степная, присущие растительным сообществам степных районов (заключение И. В. Смокотиной).

На смежном листе N-46-XX терраса высотой 25–35 м развита в долине р. Абакан. Из ее отложений собраны остатки мелких степных пеструшек (хомяковые) *Lagurus aff. lagurus* (Pallas), сусликов *Citellus sp.*, оленей *Cervus aff. elaphus* Linnaeus, существовавших в первой половине позднего неоплейстоцена.

Третья надпойменная терраса р. Енисей высотой 25–30 м является временным аналогом березовской террасы р. Енисей в районе г. Красноярск [19]. Спорово-пыльцевые спектры отражают смену лесных ландшафтов лесостепными и холодностепными. Следы криогенных явлений в верхней части разреза террасы свидетельствуют о холодных условиях осадконакопления [73ф]. Используя эти данные, формирование березовского аллювия отнесено к первой половине позднего неоплейстоцена.

Возраст аллювия третьей террасы высотой 25–30 м принимается кызыл-оюкским–азасским временем позднего неоплейстоцена.

С аллювием третьей надпойменной террасы связаны месторождения песчано-гравийного материала и песка строительного. В правом борту р. Сизая (в устье) к отложениям террасы приурочена россыпь золота.

Ары-хемский–баш-хемский горизонты

Аллювиальные отложения второй надпойменной террасы ($\alpha^2\text{IIIar-bš}, \alpha^2\text{Q}_{III}$) р. Енисей высотой 15–20 м широко представлены вдоль обоих бортов реки. Отложения вскрыты карьерами, в горной области – шурфами. В строении террасы принимают участие галечники, пески, суглинки.

В горной области Западно-Саянской СФЗ вторая надпойменная терраса сохранилась на отдельных участках рек Уя и Сизая и на левобережье Енисея на вогнутых берегах его излучины в пределах Майнского, Черемушкинского, Пойловско-Соболевского участков долины. Площадка террасы имеет в плане сегментную форму и ширину от 40 до 130 м. Она полого наклонена (5–10°) в сторону русла. Терраса прислоненная, залегает на цоколе из коренных пород, на Майнском участке долины ее цоколь находится на 3–5 м выше уреза воды.

Русловая фация террасы представлена галечником с валунами и линзами песка, пойменная фация – песками и супесями. Верхние горизонты сложены перегляциальным аллювием: лессовидными супесями, суглинками с прослоями и линзами песка, в горной области со следами солифлюкционных смятий и псевдоморфозами по ледяным жилам. В настоящее время идет врез русла р. Енисей в отложения второй террасы, материал ее перемешивается с современным аллювием русла.

Разрез II надпойменной террасы на Пойловско-Соболевском участке является типичным для горной области. Здесь шурфами вскрыты (снизу вверх):

1. Пески мелкозернистые, переходящие в супеси	2
2. Валунно-галечниковые отложения	10

Мощность отложений – 12 м.

Для образований второй террасы в пределах горной области характерен грубокластический материал – валуны, крупная галька, связанная песчано-гравийной смесью, плохая сортировка материала, сравнительно большая мощность. Вниз по течению реки, на Майнском участке до-

лины в разрезе мощность песка увеличивается до 7–8 м. Песок тонкозернистый с волнистой и горизонтальной слоистостью. Верхние горизонты песка несут следы солифлюкционных смятий и псевдоморфоз по ледяным жилам и содержат прослойки культурных слоев (стоянки Майнинская, Уй-II) [37].

Вторая надпойменная терраса р. Уй (18–20 м) прослеживается по правому борту долины в районе пос. Богословка. Терраса характеризуется широким развитием гравийно-галечных отложений, достигающих 20-метровой мощности.

В Южно-Минусинской СФЗ терраса аккумулятивно-эрозионная. При выходе р. Енисей в Южно-Минусинскую котловину характерно увеличение ширины площадки террасы до 10 км. В левом борту р. Енисей у г. Саяногорск аллювий врезан в эоплейстоценовые отложения правдолины реки и, возможно, в аллювий раннечетвертичного возраста. Аллювиальные отложения террасы перекрыты золовыми песками, которые образуют на площадке гряды и бугры.

Разрез второй надпойменной террасы в действующем карьере на ПГС в правобережье р. Енисей (опорное обнажение 19) (снизу вверх):

1. Пески кварц-полевошпатовые серые среднезернистые	1,5
2. Галечники с песком, гравием и валунами. Галька размером 2–8 см хорошо окатана и имеет пестрый цвет и разнообразный состав	5,0
3. Пески кварц-полевошпатовые серые среднезернистые горизонтальнослоистые	1,0
4. Пески слабоглинистые светло-коричневые мелкозернистые косослоистые, в основании – гравий и галька полимиктовая	1,0
5. Суглинки светло-коричневые, переходящие в пески глинистые мелкозернистые	4,0

Мощность по разрезу – 12,5 м. Полной мощности отложений террасы не вскрыто. Мощность отложений II надпойменной террасы принимается менее 20 м.

Возраст культурных остатков из песков террасы (стоянка Майнинская) оценивается по радиоуглеродным датировкам в 10–16 тыс. лет. По методу вязкой намагниченности получена дата 14,1–19 тыс. лет. Спорово-пыльцевые спектры свидетельствуют о развитии в период накопления аллювия преимущественно лесной растительности (береза, сосна, лиственница, реже ель). Фауна представлена зубрами, оленями, куланами, козерогами, зайцами. Из вышележащей перегляциальной толщи определены лесостепные и степные спектры.

Спорово-пыльцевые спектры из опорного обнажения 19 характеризуются высоким содержанием древесных растений (90–81 %). Наиболее часто встречается пыльца *Pinus silvestris* (до 56 %), реже пыльца *Betula sect. Albae*, *Pinus sibirica*, единичные зерна *Abies*, *Picea*. Травы разнообразны, но немногочисленны – Asteraceae, Cichoriaceae, Ranunculaceae, *Artemisia*, Chenopodiaceae, Umbelliferae, Rosaceae, Geraniaceae. В целом спектры характеризуют растительность сосновых боров. Климат во время формирования средней части II террасы р. Енисей был несколько теплее современного и соответствовал климатическому оптимуму верхнего неоплейстоцена. В суглинках верхней части разреза отмечены створки пресноводных диатомовых водорослей *Fragilaria costricta* Eher. В разрезах по р. Уй найдены раковины моллюсков позднечетвертичного времени и определен поздненеоплейстоценовый спорово-пыльцевой комплекс [49ф].

Отложения второй надпойменной террасы р. Енисей высотой 15–20 м являются временным аналогом красноярской террасы р. Енисей в районе г. Красноярск [19, 75ф]. Формирование аллювия второй надпойменной террасы отнесено ко второй половине позднего неоплейстоцена (ары-хемское–баш-хемское время).

С аллювием второй террасы р. Енисей связаны месторождения песчано-гравийного материала и строительного песка.

Верхнее звено неоплейстоцена–нижняя часть голоцена

Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы р. Енисей (а¹IIIb³–Н¹) высотой 7–12 м широко распространены на обоих берегах реки. Отложения врезаны в аллювий второй надпойменной террасы, а в левом борту р. Енисей у пос. Очуры – в аллювий нижнего неоплейстоцена.

В горной области Западно-Саянской СФЗ отложения террасы сохранились на отдельных участках р. Уя, на левобережье р. Енисей на вогнутых берегах его излучин в пределах Черемушкинского, Майнского и Изербельского участков долины. Здесь первая надпойменная терраса цокольная. Разрез вскрыт шурфами и представлен песками мелкозернистыми полимикто-

выми с редкой мелкой хорошоокатанной галькой и маломощными (0,1–0,3 м) линзами легких и тяжелых супесей, с редкими линзами гравелитов и галечников, мощностью до 1 м. На Черемушкинском участке в верхней части разреза встречаются фрагменты погребенных почв, мощность отложений – 5–8 м. В целом для аллювиальных отложений первой надпойменной террасы характерен мелкопсаммитовый песчаный материал.

Первая надпойменная терраса р. Уй имеет высоту до 12 м и является цокольной. Ширина ее площадки достигает 500 м. Морфологически терраса хорошо выражена, сложена галечником, перекрытым суглинком. Ее отложения врезаны в делювиальные осыпи.

Отложения террасы в равнинной части Южно-Минусинской впадины вскрыты многочисленными карьерами для отработки ПГС вдоль правого борта р. Енисей между пос. Коптырево и Шушенское. Терраса аккумулятивная имеет двухчленное строение. Верхняя часть сложена слоистыми супесями с прослоями легких суглинков, нижняя – хорошоокатанными галечниками различного петрографического состава с валунами. Лессовидные суглинки серого и буровато-серого цветов залегают в виде обособленных линз мощностью 0,5–2,0 м.

В составе аллювия террасы в опорном обнаж. 28 преобладают гравийно-галечные отложения с валунами размером до 20 см. Содержание в песчано-гравийном материале составляет (%): гравия и гальки 63, песка 30, валунов 7. Галька и валуны в основном сложены интрузивными и эффузивными породами. Песок полимиктовый с преобладанием обломков интрузивных пород (57,8 %) и зерен кварца (17,4 %). Вскрытая мощность отложений террасы – около 10 м. Общая их мощность составляет менее 20 м.

В составе спорово-пыльцевого спектра из песчаного материала в опорном обнажении 5 в правом борту р. Енисей у дер. Коптырево преобладают травянистые растения (54 %), представители степных фитоценозов: *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Umbelliferae*. Среди древесных растений (44 %) распространены сосна, береза, ольха. Споровые растения практически отсутствуют. Спорово-пыльцевой спектр отображает лесостепную растительность, климат был близок к современному.

В соответствии с легендой Минусинской серии [19], возраст отложений первой надпойменной террасы принимается концом баш-хемского времени позднего неоплейстоцена–голоценовым.

С аллювием первой надпойменной террасы связаны месторождения песчано-гравийного материала и глин кирпичных.

Верхнечетвертичные и современные звенья нерасчлененные

В Южно-Минусинской СФЗ полигенетический комплекс отложений водного ряда (делювиально-пролювиальные, аллювиально-пролювиальные, озерно-аллювиальные), эоловые, а также коллювиальные отложения Западно-Саянской СФЗ позднеплейстоцен-голоценового возраста широко развиты и являются продуктом заключительного этапа формирования современного рельефа.

Коллювиальные отложения (сIII–Н) Западно-Саянской СФЗ представлены обвальными-осыпными шлейфами, приуроченными к подножиям крутых (более 35°) склонов, образованных при углублении дна долины ручья и боковой эрозии. В нижней части склона происходит накопление несортированного неокатанного материала в виде каменных потоков.

Наиболее широким распространением коллювий пользуется в среднегорной части площади листа, по притокам р. Енисей, вдоль бортов Джойского и Кантегирского заливов. Он образован обломками различного размера, степени их трещиноватости и стойкости к физическому выветриванию. Массивные кристаллические породы образуют крупно-глыбовые и щебнистые осыпи. Каменные осыпи чередуются с коренными выходами. Мощности отложений зависят от крутизны склонов и достигают максимума у подножия потока – до 10 м.

Делювиально-пролювиальные отложения (dplIII–Н) слагают аккумулятивные шлейфы и конусы выноса крупных логов, образованных временными потоками. Основным фактором накопления делювиально-пролювиальных отложений является наличие в верховьях логов обширных водосборных воронок. Они широко развиты в бассейнах верховьев рек Уй, Сизая, Клай, образуют значительные участки в предгорной части вдоль южной границы Южно-Минусинской впадины и представляют собой конусы выноса рек, ручьев и временных потоков, стекающих с гор в котловину. Делювиально-пролювиальные шлейфы перекрывают отложения каспийской свиты и второй надпойменной террасы, аллювий четвертой и третьей надпойменных террас.

Делювиально-пролювиальные отложения вскрыты скважинами на водоразделе рек Грязнушка и Мал. Шушь (граф. прил. 3, разрез Б₁–Б₆). Представлены суглинками и глинами со щебнем, в которых отмечаются прослой супесей со щебнем и дресвой. Грубость материала снижается с удалением от горных районов.

Шлейфы конусов выноса крупных логов состоят из щебня, слабоокатанных обломков пород малого и среднего размера, связанных бурым суглинком, супесью. Иногда последние преобладают над обломочным материалом.

Мощность делювиально-пролювиальных отложений достигает 60 м. На площади с ними связаны месторождения кирпичных глин.

Аллювиально-пролювиальные отложения (арIII–Н) развиты вдоль подножья Западного Саяна, в зоне сочленения с Южно-Минусинской котловиной. Образование их связано с рядом мелких речек и ручьев (Грязнушка, Мал. Шушь и др.), берущих начало в горах. Отложения представлены желтыми облессованными пылеватыми суглинками и супесями с включениями значительного количества щебня, галек и валунов плохой окатанности. Размер галек – от 6 до 10 см, валунов – до 60 см. В составе галек и валунов преобладают граниты, кварц, эффузивы, сланцы, кремни. Окатанность материала возрастает по направлению от подножья гор к р. Енисей. Верхняя часть этих отложений продолжает формироваться в настоящее время, в связи с чем их возраст определяется позднечетвертичным–современным.

Мощность аллювиально-пролювиальных отложений достигает 25 м. С ними связаны месторождения кирпичных глин.

Озерно-аллювиальные отложения (IaIII–Н) распространены по долинам мелких водотоков. В левобережье р. Енисей перекрывают аллювий прадолины реки. Они представлены толщиной тонких горизонтальнослоистых песков с прослоями темно-серых глин и светло-желтых суглинков, грубых и тонких, содержащих известковистые конкреции. Мощность – 5–20 м.

Эоловые отложения (vIII–Н) развиты в пределах Южно-Минусинской котловины, образование их обусловлено климатическими условиями. При отсутствии сомкнутого растительного покрова и малой мощности снежного покрова зимой при весьма низких температурах грунты глубоко промерзают. Это способствует выдуванию мелкозема из почвенных горизонтов и образованию навешанных бугров и гряд эолового происхождения. Эоловые отложения распространены на левом берегу Енисея у с. Новоенисейск на II надпойменной террасе, в северо-западной части площади листа перекрывают аллювий прадолины Енисея. На правом берегу основная часть песков располагается на поверхности II, III, IV и V надпойменных террас Енисея. Отложения представлены песками серовато-желтыми и желтовато-серыми тонко- и мелкозернистыми пылеватыми и легкими супесями. Пески слагают бугры и гряды, закрепленные сосновыми лесами. Мощность песков на правобережье – 10–15 м, на левом берегу в районе с. Новоенисейск мощность отложений в буграх достигает 30 м.

На геологической карте озерно-аллювиальные и эоловые отложения даны нерасчлененными (Ia, vQ_{III–Н}).

Голоцен

Озерные отложения голоцена (II) связаны с озерами Большое, Бугаево, ур. Трёхозерки в пределах Южно-Минусинской котловины. Представлены глинами и илами мощностью до 8 м.

Верхняя часть

Аллювиальные отложения пойм и русел рек (aH²) развиты вдоль р. Енисей от Саяно-Шушенского водохранилища вниз по течению реки, на островах, по рекам Сизая и Уй, а также крупным притокам, впадающим в Енисей в Южно-Минусинской впадине. Отложения врезаны в аллювий I и II надпойменных террас. По долине Енисея выделяются высокая пойма высотой 2–3 м и низкая пойма высотой до 1–2 м над урезом воды. Пойма р. Сизая имеет два уровня: низкий с относительной высотой 0,5–1,5 м и высокий с относительной высотой 3–4 м.

В разрезах пойм присутствуют галечники, пески, глины, суглинки, разрез низкой поймы преимущественно песчано-галечный. Русловые отложения крупных водотоков состоят из галечника полимиктового, отличаются хорошей окатанностью и сортировкой материала. В долинах мелких рек в низкорельефе в аллювии преобладает плохоокатанный грубообломочный валунно-галечный материал довольно однообразного, в основном кремнистого, состава. Суммарная мощность аллювия достигает 5 м.

Возраст отложений пойменной террасы принимается современным в соответствии с легендой Западно-Саянской серии.

С аллювием пойменной террасы связаны месторождения глин кирпичных. С аллювием русел рек Бол. Шушь, Мал. Шушь, Сизая и Голубая связаны россыпи золота.

Болотные отложения (plH^2) распространены на пойменных и первой надпойменной террасах в Южно-Минусинской впадине. В долине р. Шушь они представлены торфом, илами и сапропелями. На левом берегу р. Иджа изучено пойменное болото, расположенное в 2 км восточнее с. Иджа. Протяженность торфяника составляет около 2,5 км при ширине от 500 до 1000 м. Мощность разреза – 2,2 м, средняя мощность торфа на болотном массиве – 1,7 м [73ф]. Современная поверхность осушенной части болота ровная, сухая, покрыта лугово-разнотравной растительностью. Осушительные каналы заросли ивой и захламлены. По всему участку встречаются полосы горелого торфа.

В долине р. Сабинка поверхность поймы слабо заболочена. Образования палюстрия представлены илами, глинами.

Из торфяных отложений на правом берегу р. Шушь были отобраны остатки малакофауны. Раковины моллюсков были обнаружены в интервале от 2,0 до 0,65 м. Среди них определены: *Valvata sibirica* Middendorf, *Conventus urinator* (Clessin), *Gyraulus gredleri* Gredler, *Armigerocrista* sp., *Lymnaea (Stagnicola) palustris* (Müller), *L. sp.*, *Anisus vortex* (Linné), *Sibirenauta sibirica* (Westerlund), *Vallonia pulchella* (Müller), *V. costata* (Müller), *Euconulus fulvus* (Müller), *Vertigo modesta* (Say), *V. antivertigo* (Draparnaud). Эти виды широко распространены в торфяных отложениях Южно-Минусинской котловины и встречаются на протяжении всего позднего голоцена (от позднеатлантического до поздне субатлантического времени) [73ф].

С биогенными отложениями связаны месторождения торфа, сапропеля.

Техногенные (tH^2) отложения образуют горные отвалы вокруг карьеров. Они представлены щебнем и глыбами и имеют мощность до 20 м.

На геологической карте аллювиальные отложения пойм и первой надпойменной террасы, озерные и болотные отложения даны объединенными (a, l, plQ_{III-H}).

Нерасчлененные образования

К ним относятся элювиальные, делювиальные и солифлюкционные, делювиальные, элювиальные и делювиальные, коллювиальные и делювиальные, коллювиальные, элювиальные и десерпционные, коллювиальные и десерпционные, элювиальные и солифлюкционные, десерпционные и солифлюкционные образования.

Элювиальные отложения (e) образованы за счет химического, физического и органического выветривания и делятся на структурный и бесструктурный элювий. Структурный элювий, как кора выветривания, рассматривается отдельно. Бесструктурный элювий распространен на выровненных площадках водоразделов и представлен щебнем, дресвой и глыбами подстилающих пород, с участками коренных пород. В пониженных частях водоразделов элювиальные отложения обычно маломощные (0,5–1,0 м), представлены мелкообломочным (дресвяным) материалом и перекрыты делювиальными образованиями. Совсем незначительным распространением пользуются элювиальные суглинки, которые развиваются на сглаженных формах рельефа, сложенных неустойчивыми породами. Мощность отложений – менее 3 м.

Делювиальные и солифлюкционные отложения (d,s) развиты в перегляциальной зоне горной области, покрывают пологие склоны в верховьях ручьев, где накапливаются в результате совместного проявления процессов плоскостного смыва и солифлюкции. Представлены они суглинисто-щебнистыми, глинисто-дресвяно-щебнистыми отложениями мощностью 1–4 м.

Делювиальные отложения (d) в поле развития низких горных сооружений приурочены к нижним, пологим частям склонов, а в пределах мелкосопочника, куэстовых гряд и возвышенностей Южно-Минусинской котловины перекрывают средние и верхние части склонов. Они представлены коричневато-бурыми, желтовато-серыми, темно-коричневыми суглинками, супесями с дресвой и щебнем. Состав и мощность их меняются в зависимости от угла склона и состава подстилающих пород. Наблюдается процесс облессования суглинков и супесей, они приобретают палево-желтый цвет и столбчатую отдельность. Слоистость улавливается благодаря прослоям, обогащенным дресвой и щебнем. Количество дресвы в суглинках вверх по склону увеличивается. В подсклоновых шлейфах мощность делювия увеличивается до 20 м, в верхней части составляет не более 1 м.

Элювиальные и делювиальные отложения (e,d) развиты на водоразделах и склонах, крутизна которых не превышает 8° , низкогорьях, куэстовых грядах и моноклиальных возвышенностях Южно-Минусинской впадины. Плоско-волнистые поверхности междуречий покрыты дресвяно-щебнистым материалом с темно-коричневым суглинком. Мощность их – менее 10 м.

Коллювиальные и делювиальные отложения (c,d) развиты повсеместно в горной области, располагаясь в средних частях склонов крутизной $20\text{--}30^\circ$. Они связаны постепенными переходами с элювием на водоразделах и коллювием у подножия склонов. На склонах северной экспозиции мощность отложений может достигать 10 м, на южных – не более 2 м. Состав их довольно однообразный. Обломочный материал коренных пород размером от 0,5 см до 1,0 м составляет 60–70 % от его объема, суглинков – 30–40 %. Количество и размер обломочного материала увеличиваются к основанию слоя.

Коллювиальные отложения (c) развиты на крутых склонах более 35° приводораздельной части хребтов. На таких склонах возникают обрушения пород с образованием в верхней части склона обрывов, а в нижней части происходит накопление несортированного неокатанного материала – глыб, щебня. Каменные осыпи чередуются с коренными выходами. Мощность отложений – до 5 м.

Элювиальные и десерпционные отложения (e,dr) характерны для склонов хребтов, сложенных гранитами, и развиты на водоразделах и склонах крутизной не более 15° в низкогорье на эффузивах нижнемонокской свиты. Элювиальный материал представлен в большинстве случаев маломощными (первые метры) несортированными щебнисто-глыбовыми и дресвяно-щебнистыми развалами. Под воздействием криогенных и гидромерзлотных процессов на пологих склонах формируются десерпционные отложения. Эти склоны представляют собой незалесенные поверхности водоразделов, покрытые чехлом глыб и щебня. Крупные (до 1 м) неокатанные обломки крепких пород образуют обширные скопления (курумы) мощностью менее 10 м.

Коллювиальные и десерпционные отложения (c,dr) развиты на крутых и средней крутизны ($20\text{--}35^\circ$) склонах в поле развития интрузивных и вулканических пород в пределах интенсивно расчлененных сооружений высокогорья и среднегорья. Представлены они беспорядочным скоплением практически сухого обломочного материала (щебня, глыб, дресвы). Размер отдельных глыб может достигать 2 м. Такие глыбы под воздействием гравитации скатываются вниз по склонам и образуют «каменные реки». Мощность коллювиальных и десерпционных отложений – 0,5–2 м.

Элювиальные и солифлюкционные отложения (e,s) широко развиты на водоразделах гольцовой зоны среднегорья в виде глыбовых полей и лент заросших курумов (хр. Борус и гора Бабик, истоки рек Сред. Карынзуль, Бол. Сойотка, Мал. Кашкарет, Голубая, водораздел рек Казанашка–Мал. Казанашка). Они представлены остроугольными, реже со сглаженными гранями, обломками пород средних и крупных размеров, с примесью суглинистого материала. В привершинной гольцовой части хребтов курумы открытые, ниже по склонам – заросшие растительностью. Мощность их – менее 5 м.

Десерпционные и солифлюкционные отложения (dr,s) развиты в реликтовой перегляциальной зоне среднегорья, покрывают водоразделы и склоны крутизной менее 20° . При увеличении высоты рельефа грунты слоя сезонного оттаивания обладают повышенной влажностью, обеспечивающей развитие комплекса процессов, приводящих к оползанию, послойному течению отложений коренного склона. Отложения представлены глыбами, щебнем, дресвой с суглинками и имеют мощность до 10 м.

Формирование полигенетического комплекса склоновых образований происходило длительное время. По данным горных работ, в пределах северного фаса Западного Саяна установлено перекрытие (прислонение) делювиальных и коллювиальных отложений аллювием V–III надпойменных террас средне-позднечетвертичного возраста. Наиболее верхние части делювия продолжают формироваться и в настоящее время, перекрывая поверхности террас нижнего уровня. Эти факты дают основание считать возраст полигенетического комплекса склоновых отложений как четвертичный нерасчлененный.

ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Интрузивные образования занимают до 40 % изученной площади в Борусском и Изыхском офиолитовых поясах, Центрально-Саянской и Северо-Саянской СФЗ: в междуречье Кантегир–Енисей, верховой рек Голубая, Сизая, Бол. Берёзовая, Абдыр, нижнем течении р. Джой. На основании состава, структурного положения, морфологии, металлогении и возрастной последовательности возможно расчленение их на следующие интрузивные комплексы, отражающие эволюцию тектоно-магматических циклов: позднерифейские, раннекембрийские и раннедевонские (рис. 29).

Позднерифейские(?) интрузивные образования

К позднерифейским(?) интрузивным образованиям относится борусский габбро-гипербазитовый комплекс.

Борусский габбро-гипербазитовый комплекс представлен характерной ассоциацией габброидов ($vRF_3?b$) и альпинотипных гипербазитов ($\sigma RF_3?b$), размещающихся в пределах Борусского и Северо-Саянского (Изыхского) офиолитовых поясов (ОП). Максимально развиты (до 200 км²) его породы на хр. Борус. В Северо-Саянской СФЗ площадь распространения борусского комплекса незначительна (10–15 км²).

Наиболее изученными в настоящее время являются гипербазиты Борусского офиолитового пояса, неоднократно привлекавшие к себе внимание широкого круга исследователей, как в ходе поисковых (М. Н. Злобин, 1934; О. М. Глазунов, 1951; М. И. Крынцов и др., 1953; И. Г. Гладских и др., 1964; С. Н. Кальский, 1979; В. В. Иванов и др., 1981; Н. Г. Ренев и др., 1981; В. Д. Зальцман и др., 1982), так и специальных работ (Г. В. Пинус, 1958, 1966; Н. Л. Добрецов, 1963, 1977, 1981; А. В. Татаринев, 1978, 1983; П. П. Кузнецов, 1980; А. И. Гончаренко, 1981, 1983 и др.). Особенно возросший объем новых данных отмечен в 1978–1982 гг. в связи с проведением в районе поисковых работ на хризотил-асбест, жадеит, нефрит.

Образования комплекса приурочены к тектоническим зонам офиолитовых поясов и пространственно совмещены с отложениями турунташской толщи в Северо-Саянском ОП, турунташской и абдырской толщ в Борусском ОП. Разномасштабные тела гипербазитов и габброидов борусского комплекса в Борусском ОП группируются в виде двух тектонических пластин, ориентированных согласно общей структуре пояса: Главной и Кашкаретской, представляющие собой отдельные массивы (мегаблоки) – Борусский (10) и Березовский (11). Габброиды и гипербазиты Северо-Саянского (Изыхского) офиолитового пояса слагают Северо-Халганский (3), Южно-Халганский (4) массивы и Изыхские клипы (5).

Борусский массив (10) располагается в центральной части крутосклонного (до 45–50° и более) хр. Борус, с абс. отм. от 832 до 2318,7 м (гора Пойлова). Эрозионный врез массива достигает 2 км. Протяженность линзовидной полосы гипербазитов составляет 35 км при ширине 5 км, уменьшаясь в левобережье р. Кантегир до 1 км. Площадь составляет 142 км². Вмещающие породы представлены полимиктовым меланжем, а также стратифицированными образованиями турунташской и абдырской толщ. В меланже фиксируются протяженные лентообразные тела до 2,5 км серпентинитов (левобережье руч. Амбарный, приустьевая часть р. Кантегир, правобережье р. Таловка). Полимиктовый меланж шириной от нескольких метров до 1000 м, протяженностью до 2,0–2,2 км располагается в эндоконтактной части массива. Метаморфизм олистолитовых пород соответствует высокотемпературной субфации зеленосланцевой фации повышенных давлений (4–7 кбар) [12]. На контакте с надвигами олистолиты интенсивно дислоцированы, будинированы, участками альбитизированы и амфиболизированы, а сами гипербазиты перемяты, рассланцованы, оталькованы, карбонатизированы, участками лиственилизированы (истоки р. Мал. Абдыр).

Массив нарушен системой разрывных нарушений северо-восточного $55-60^\circ$ и восточно-северо-восточного $75-80^\circ$ направления, имеющих характер протяженных продольных диаклязов с крутым ($70-85^\circ$) юго-восточным падением сместителей. В верховьях р. Голованская Сосновка фиксируется фрагмент надвиговой структуры субмеридионального простирания. В истоках р. Голубая естественной границей массива служит сброс северо-восточного $40-45^\circ$ простирания, амплитуда смещения восточного опущенного крыла которого составляет не менее 500–600 м. В центральной части массива, в междуречье Голованская Сосновка–Мал. Абдыр нарушения контролируют размещение метасоматитов (жадеитов, альбититов, натролитов) Брусской жадеитоносной зоны. Гипербазиты и субширотные нарушения прорваны гранитоидами интрузий большепорожского комплекса.

По степени и характеру метаморфических преобразований выделяются:

– слабо серпентинизированные породы полосчатого дунит-гарцбургитового комплекса, слагающие в северо-восточной части массива два крупных ($3,6$ и $3,9$ км²) и ряд более мелких ($0,12-0,38$ км²) сближенных ядер овальной и изометричной форм. Для пород характерны параллельные текстуры, обусловленные струйчато-полосчатым расположением сегрегационных жилков дунитов и энстатитов мощностью 1–5 см, на фоне резкого преобладания гарцбургитов. Субмеридиональная ($5-15^\circ$) либо северо-восточная ($20-40^\circ$) ориентировка полосчатости резко несогласна с общим простиранием массива. Падение полосчатости большей частью крутое ($50-80^\circ$) восток-юго-восточное;

– частично серпентинизированные гипербазиты, слагающие центральную часть Брусского массива, образуя в плане полосу северо-восточного $60-70^\circ$ простирания с сильно извилистыми границами. Ширина зоны весьма непостоянна (от 0,5 до 3,0 км), протяженностью 30 км.

Детальными петрографическими исследованиями, проведенными на Буланташском участке, установлено чередование полос аподунитовых и апогарцбургитовых пород с содержаниями вторичного оливина 10–50 и 50–90 %. Преобладают апогарцбургитовые антигорит-оливиновые породы. Мощность полос варьирует от 5–10 до 70–100 м.

По мере сближения гипербазитовой пластины с Джойским и Усть-Кантегирским гранитными интрузивами, контакты которых погружаются в сторону Брусского массива, происходит дегидратация гипербазитов. В пределах этой зоны влияния фиксируются слабоконтрастные геохимические аномалии олова, бериллия, циркония, а в самих гипербазитах повышенные содержания цинка, циркония, бора, олова и висмута.

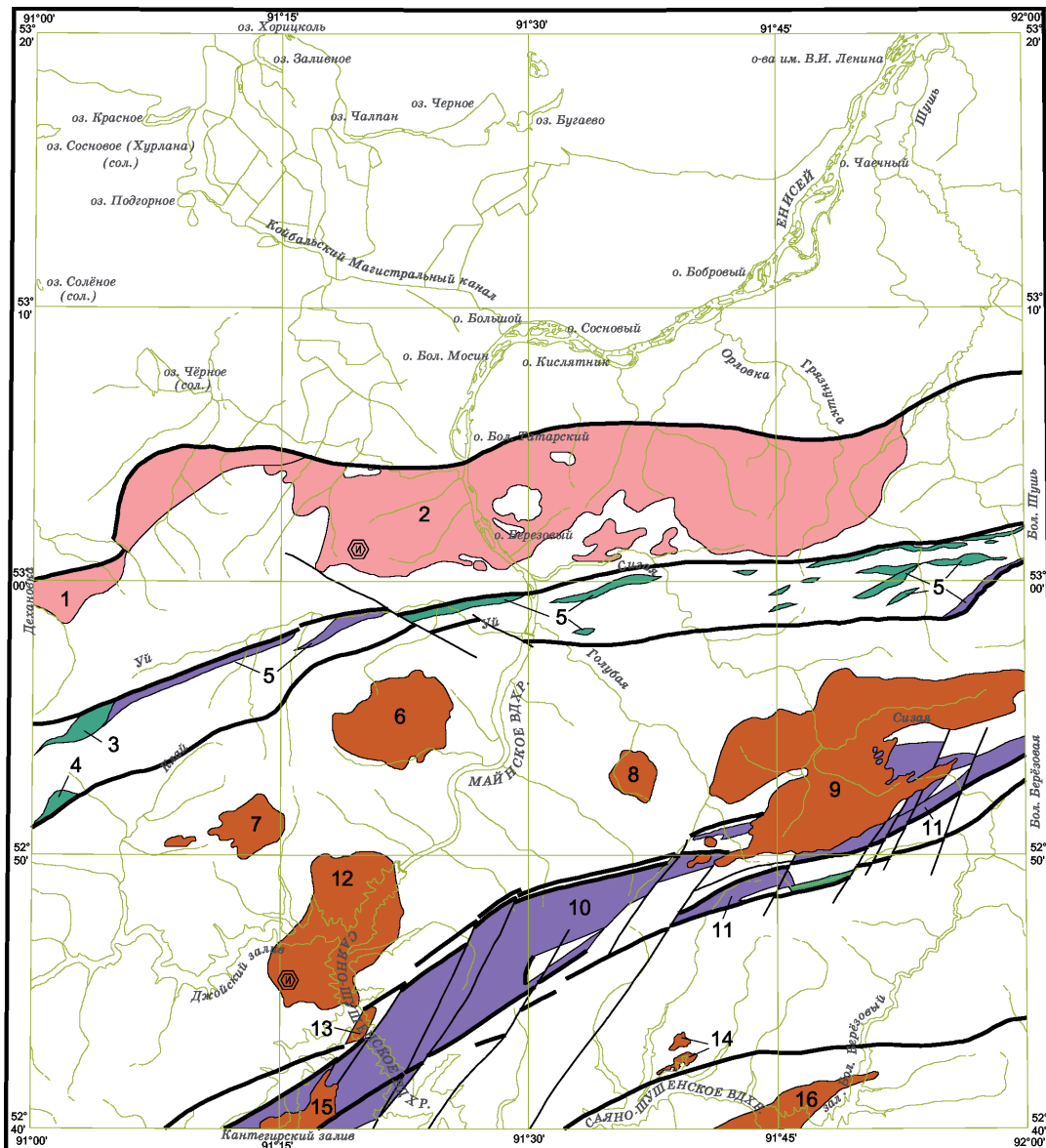
Внешняя зона Брусского массива сложена антигоритовыми, редко хризотил-антигоритовыми серпентинитами, в основном массивными, окаймляющими гипербазитовую пластину.

В аэромагнитном поле [72ф] над Брусским массивом фиксируется асимметричная высокоградиентная линейная аномалия (ΔT)_а положительного знака, интенсивностью 100–4010 нТл. Ширина аномального поля изменяется от 2 км в периферической части до 6–7 км в центральной части. Аномальное поле ограничено зоной высоких горизонтальных градиентов (до 1500 нТл/км), сопряженной с линейной аномалией, отрицательного знака интенсивностью до 750 нТл, что указывает на юго-восточное падение гипербазитовой пластины. В центральной части фиксируется линейная зона высоких градиентов (до 1300 нТл/км) восток-северо-восточного простирания, соответствующая Брусскому разлому. Над массивом наблюдаются положительные локальные гравиметровые аномалии интенсивностью 4–6 мГал. По результатам моделирования, массив имеет неоднородную плотность пород порядка $2,68-2,72$ г/см³. Судя по характеру контактов, внутреннему строению и геофизическим данным, объемная форма массива представляется в виде сложноподформированной аллохтонной пластины, круто ($75-80^\circ$) погружающейся в юго-юго-восточном направлении.

Химический состав гипербазитов Брусского массива характеризуется относительным постоянством (рис. 29, прил. 12). По содержанию основных компонентов и их соотношениям ($M/F = 9,9-11,5$; $Mg/Si = 1,4-1,7$; $Z_b^a = 3,0-7,9$) они отвечают высокомагнезиальным породам дунит-гарцбургитовой формации большинства известных асбестоносных провинций.

Березовский массив (11) располагается в междуречье Сизая–Бол. Берёзовая–Бол. Кашкарет. Форма массива удлинено вытянутая в северо-восточном ($55-60^\circ$) направлении. Площадь массива составляет 60 км², протяженность – до 2,5 км, ширина выхода – до 5,5 км. Северо-западная часть его редуцирована Сизинской интрузией тоналитов и кварцевых диоритов большепорожского комплекса, контакты которой погружаются под гипербазиты.

Пластина Березовского массива сложена зелено-серыми, темно-зелеными, пятнистыми, нечетко полосчатыми антигоритовыми серпентинитами. В северо-восточной части пластины



1 : 500 000
 км 5 0 5 10 15 км

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- | | |
|--|--|
| <p> РАННЕКЕМБРИЙСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ
МАЙНСКИЙ ГАББРО-ПЛАГИОГРАНИТНЫЙ КОМПЛЕКС:</p> <p>1 – Табатский массив
 2 – Енисейский массив (петротип)</p> <p> ПОЗДНЕРИФЕЙСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ
БОРУССКИЙ ГАББРО-ГИПЕРБАЗИТОВЫЙ КОМПЛЕКС:</p> <p>3 – Северо-Халганский массив
 4 – Южно-Халганский массив
 5 – Изыхские клипы
 10 – Борусский массив
 11 – Березовский массив</p> <p> РАННЕДЕВОНСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ
БОЛЬШЕПОРОЖСКИЙ ГРАНИТОИДНЫЙ КОМПЛЕКС:</p> <p>8 – Курумисский массив
 9 – Сизинский массив
 14 – Говорихинский массив
 15 – Кантегирский массив</p> <p>ДЖОЙСКИЙ ГРАНИТОВЫЙ КОМПЛЕКС:</p> <p>6 – Аланский массив
 7 – Клайский массив
 8 – Курумисский массив
 12 – Джойский массив (петротип)
 13 – Усть-Кантегирский массив
 16 – Пашкинский массив</p> | <p>⊕ Петротипические массивы</p> <p> Структурные швы</p> <p> Прочие разломы</p> |
|--|--|

Рис. 29. Схема расположения интрузивных массивов листа N-46-XXVI.

обособляются серпентинизированные перидотиты. В среднем течении ручьев Бол. Кашкарет и Мал. Кашкарет прослеживаются зоны полимиктового меланжа мощностью 10–50 м. Непосредственно на контакте гипербазитов с гранитоидами отмечается узкая (50–200 м) кайма амфибол-талек-оливин-антигоритовых метасоматитов.

Габброиды, ассоциирующие с гипербазитами, представлены полосчатыми, струйчато-полосчатыми, такситовыми, шлировыми амфиболизированными эвкритами, анортозитами, габбро-амфиболитами, пироксенитами, с неравномернозернистыми структурами. В целом преобладают мелко- и среднезернистые мезократовые разности.

Максимальным развитием габброиды пользуются в верховьях рек Абдыр и Бол. Кашкарет, в низовьях руч. Мал. Кашкарет, в среднем течении р. Таловка. Контакты габброидов и гипербазитов большей частью тектонические, хотя на контакте между ними наблюдается реакционная оторочка гранат-диопсид-везувиановых родинитов. Серпентиниты на контакте с габброидами оталькованы, карбонатизированы, тремолитизированы.

В магнитном поле распространению гипербазитов соответствует сочетание линейных высокоградиентных аномалий положительного знака интенсивностью от 0 до 2000–2500 нТл, с отдельными точками до 3000–5000 нТл. Эпицентр магнитной аномалии расположен не над центром массива, что указывает на наклонное 70–75° погружение поверхности гипербазитов в юго-юго-восточном направлении. Характеру наземного магнитного поля [49ф] соответствует высокое положительное поле $(\Delta Z)_a$ интенсивностью 3–5, участками до 25, с резкими локальными минимумами до минус 3–19 тыс. нТл, фиксирующими зоны нарушений, понижениями до плюс 1–1,2 тыс. нТл в местах выхода блоков полимиктового меланжа. Максимальная вертикальная мощность гипербазитов по результатам моделирования – порядка 3 км.

Характер магнитных полей и особенности внутреннего строения Березовского массива свидетельствуют о том, что он представляет собой пакет тектонически сопряженных аллохтонных пластин, выведенных на дневную поверхность.

Состав, строение и структурное положение габбро-гипербазитовых тел борусского комплекса свидетельствуют о принадлежности их к нижней части разреза типичных офиолитов [12], интенсивно переработанной тектоническими процессами.

Образования борусского комплекса слагают также Изыхскую ветвь Северо-Саянского офиолитового пояса и пространственно совмещены с отложениями турунташской толщи. Отдельные массивы (мегаблоки) комплекса представляют собой аллохтонные пакеты тектонических пластин, ориентированных согласно с общей структурой офиолитового пояса. Их площадь – до нескольких десятков квадратных километров.

Северо-Халганский (3) и Южно-Халганский (4) массивы располагаются в северо-западной части изученной площади, на северном и южном склонах Джойского хребта, у подножия горы Халган. Контакты массивов на всем протяжении тектонические, с крутым 75–80° юго-восточным погружением сместителя.

Массивы сложены мелко- и среднезернистыми мезо- и меланократовыми амфиболизированными габброидами (габбро и габбродиоритами). Вмещающие отложения хлоритизированы, актинолитизированы и окремнены вплоть до образования крупных тел метасоматических кварцитов.

Выходы габброидов массивов отражаются положительной интенсивностью до 2 мГал и высокоградиентной магнитной аномалией интенсивностью до 700 нТл, эпицентр которой смещен на юг, что указывает на юго-восточное падение гипербазитовой пластины.

Изыхские клипы (5) располагаются в центральной части Северо-Саянского (Изыхского) ОП на правом и левом берегах р. Енисей, в долине рек Уй и Сизая, в верховьях рек Сред. и Мал. Шушь. Они представляют собой полосу шириной 0,5–1,0 км пластообразной формы тел, вытянутых в широтном направлении вдоль Северо-Саянского надвига, имеют удлиненную форму протяженностью до 6 км при ширине от 500 до 800 м. Небольшие клипы в виде сближенных пластин удлиненной формы отмечены в верховьях р. Грязнушка. Они сложены мелко- и среднезернистыми полосчатыми габбро, габбродиоритами серого и темно-серого цветов с неравномернозернистыми структурами и серпентинитами, представленными хризотиловой и антигоритовой разностями, темно-зелеными до черных, массивными или рассланцованными.

Клипы характеризуются высокоградиентной положительной магнитной аномалией интенсивностью до 2400 нТл. По результатам моделирования, клипы в верховьях рек Сред. и Мал. Шушь представляют собой сближенные пластины гипербазитов с падением на юго-восток под углом ближе к 45°.

Петрографические особенности пород борусского комплекса, главным образом Борусского массива, охарактеризованы в работах А. И. Гончаренко (1981, 1983 гг.), В. Д. Зальцмана и др. (1982, 1983 гг.). Ультраосновные породы комплекса представлены аподунитами, гарцбургитами и апоперидотитами (рис. 30), редко пироксенитами. Среди габброидов встречаются амфиболизированные эвкриты, габброамфиболиты, амфиболиты, анортозиты. В особую группу выделяются связанные с борусским комплексом метасоматиты сложного состава: жадеититы, альбититы, натролиты, родингиты, тремолититы, нефриты, листвениты, талькиты.

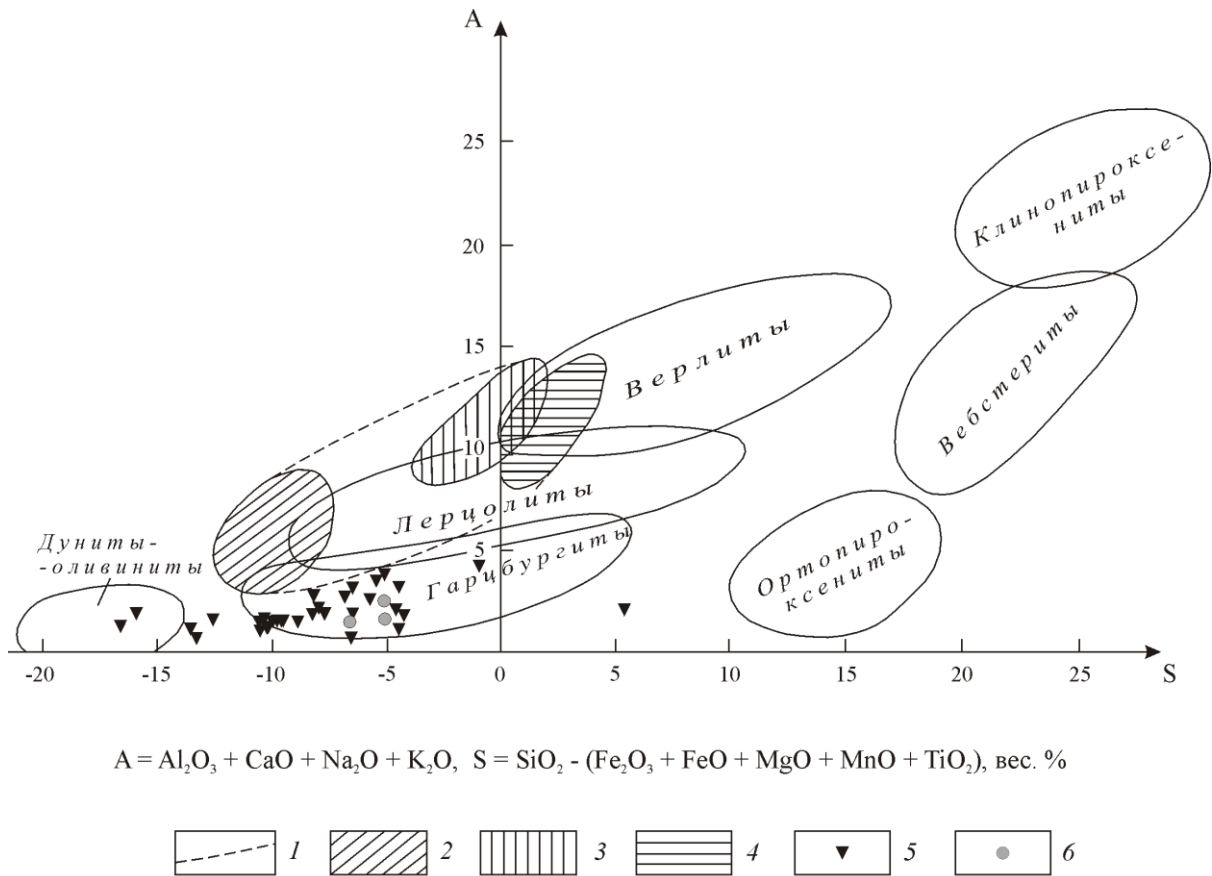


Рис. 30. Диаграмма AS для ультрабазитов Борусского и Северо-Саянского (Изыхского) офиолитовых поясов позднего рифея.

1 – поле составов вулканических и гипабиссальных пород семейства пикритов; 2 – меймечиты; 3 – пикриты; 4 – перидотитовые коматититы; 5 – Борусский офиолитовый пояс (ОП); 6 – Северо-Саянский (Изыхский) ОП.

Дуниты распознаются по ровной желтовато-зеленоватой окраске, кристаллически-зернистому строению и массивной текстуре. Структура пород панидиоморфнозернистая, участками гипидиоморфнозернистая. Состав (%): оливин 90–98, энстатит 2–8, акцессорные хромшпинелиды 1,5–2. Оливин образует относительно изометричные зерна размером до 5 мм, относится к форстериту ($N_g = 1,681$, $N_r = 1,655-1,658$; $N_g - N_r = 0,036$; $2V = +83$) с содержанием фаялитовой молекулы 2–8 %. Зерна несут следы пластических деформаций, выраженных волнистым погасанием, проявлением отчетливой спайности по (010), изгибании и преимущественной ориентировке индивидов. Единичные зерна ортопироксена меньше сосуществующего оливина. Ортопироксен относится к энстатиту с содержанием 4 % ферросилитовой молекулы ($N_g = 1,668$; $N_r = 1,659$, $N_g - N_r = 0,009$). Идиоморфные зерна хромшпинелидов размером 0,03–1,0 мм наблюдаются в виде неравномерной мелкой вкрапленности либо прерывистых цепочек.

Гарцбургиты представляют собой плотные зелено-серые, темно-зеленые мелкозернистые породы с характерной коричневато-бурой поверхностью выветривания, на которой отчетливо

выступают в виде бугорков зерна пироксена. Структура пород аллотриоморфнозернистая или гипидиоморфнозернистая, определяемая сочетанием изометричных зерен оливина и неправильных индивидов ортопироксена. Состав (%): оливин 60–70, энстатит 10–40, хромшпинелиды до 2. Преобладают разности с содержанием энстатита 20–25 %. Оливин представлен форстеритом с содержанием 6–10 % фаяитовой молекулы ($N_g = 1,683$ – $1,690$; $N_p = 1,653$ – $1,660$; $N_g - N_p = 0,030$). Энстатит ($N_g = 1,677$; $N_p = 1,662$; $N_g - N_p = 0,015$) содержит 10–13 % ферросилитового компонента. В некоторых индивидах проявлены структуры твердого распада в виде вростков моноклинного пироксена. Энстатит в гарцбургитах неустойчив и избирательно замещается рядом последовательно возникающих псевдоморфоз: тальковых, куммингтонит-магнетит-форстеритовых и магнетит-форстеритовых. Куммингтонит наблюдается в виде плотной черно-бурой или бурой разрыхленной массы, чешуек, волокон, лапчатых форм ($N_g = 1,673$ – $1,675$; $N_p = 1,647$ – $1,648$; $2V = +82^\circ$). В ассоциации с куммингтонитом наблюдается тонковолокнистый хризотил. Полосчатые гарцбургиты отличаются развитием сближенных сегрегационных жил (1–5 см) энстатита. Серпентинизация пород выражена в развитии по оливину петельчатого лизардита, щеток и пойкилобластовых вростков антигорита, сопровождающихся микропрожилками магнетита.

Серпентины сложены антигоритом и хризотилом. Преобладает антигорит, образующий сетчатые, спутанно-листовые, метельчатые, неясно решетчатые и т. п. формы. По оптическим показателям ($N_g = 1,5$; $N_p = 1,560$) и данных рентгеноструктурного анализа, железистость борусских антигоритов составляет 3 %. Хризотил наблюдается в виде жил хризотилового офита и хризотил-асбеста, волокнисто-пластинчатого строения и спутанно-волокнистых агрегатов.

Акцессорные хромшпинелиды образуют дезинтегрированные зерна размером 0,3 мм с характерной магнетитовой оторочкой. В процессе серпентинизации происходит дальнейшая замена их магнетитом, а высвобождающийся глинозем обуславливает появление хлорит-антигоритовой каймы.

Микроструктуры серпентинитов микрочешуйчатые, пластинчатые, игольчатые, листовые. Отмечается развитие спутанно-волокнистых агрегатов хризотила (5–25 %) и сетчатых просечек хризотил-асбеста с косым или продольным расположением волокон. Розоватый карбонат, слагающий отдельные мелкие прожилки, гнезда, линзочки, относится к магнезиту ($N_o = 1,708$; $N_c = 1,524$ – $1,526$) с содержанием 3 % сидеритовой молекулы. Магнетит наблюдается в виде мелкой сыпи, струйчатых скоплений и просечек.

Хризотил-лизардитовые серпентиниты характеризуются темно-серой, зеленовато-темно-серой окраской с характерной бластопорфировидной структурой, обусловленной идиоморфными псевдоморфозами бастита по ортопироксену. Количество псевдоморфоз – 10–25 %, размер их – 1–5 мм. По оптическим показателям они соответствуют антигориту ($N_g = 1,544$ – $1,567$; $N_p = 1,544$ – $1,554$). Структура основной массы решетчатая, параллельно-волокнистая, пламене-видная, участками метельчатая, обусловлена волокнистым хризотилом (5–10 %) и конвертообразными зернами лизардита (65–80 %). Магнетит (5–8 %) наблюдается в виде мелкой сыпи, тонких шнурков и просечек мощностью 0,5–1,0 мм.

Пироксениты характеризуются темно-серыми тонами окраски, массивной текстурой, мелкозернистой структурой. Микроструктура панидиоморфнозернистая, образована кристаллами энстатита (до 25 %), оливина (5–10 %). Энстатит ($N_g = 1,670$; $N_p = 1,660$; $2V = +90^\circ$) содержит до 6 % фаяитовой молекулы. Оливин аналогичен форстериту дунитов и гарцбургитов. Клинопироксениты сложены диопсидом (90 %), энстатитом (5 %), оливином (5 %).

Габброиды характеризуются значительными вариациями минералогического состава и структурно-текстурных особенностей (от лейкократовых габброанортозитов до меланократовых габбро). Одновременно с повышением меланократовости наблюдается понижение общей щелочности и глиноземистости и возрастание титанистости. Габброиды отвечают умеренно- и высокоглиноземистым разностям натриевого типа. Окраска пород серая, светло-серая, темно-серая, черная, пятнистая, текстура такситовая и массивная, структура офитовая и габбровая от мелко- и тонкозернистой до пегматитовой. Породы сложены основным плагиоклазом (до 55 %), клинопироксеном (от 10–15 %), ортопироксеном (0–2 %), роговой обманкой (от 5 до 90 %). Выделяются анортозиты, эвкриты, габбропироксениты. Клинопироксен по оптическим показателям ($N_g - N_p = 0,031$, $CN_g = 38$ – 40° , $2V = +55$ – 60°) соответствует диопсиду с 10-процентной ферросилитовой молекулы. Клинопироксен замещается бурой роговой обманкой ($N_g - N_p = 0,016$ – $0,018$, $CN_g = 19$ – 22 , $2V = +50$ – 70°), уралитовой роговой обманкой с содержанием 40–60 % MgO ($N_g - N_p = 0,025$ – $0,028$, $CN_g = 21$ – 25° , $2V = 70^\circ$), волокнистыми и игольчаты-

ми индивидами тремолита ($CNg = 12-15^\circ$, $Ng-Np = 0,024$). Ортопироксен образует редкие мелкие таблитчатые индивиды размером 0,5–0,9 мм. В качестве аксессуариев присутствуют титаномагнетит, титанит, апатит. Характерно развитие микропрожилков альбита, кварца, пренита, участками наблюдаются скопления микрочешуйчатого талька. В метасоматически измененных зонах наблюдаются актинолит, гранат, везувиан.

Выделяются две группы метасоматитов, являющиеся продуктами натриевого и кальциевого метасоматизма. Первая группа представлена жадеититами, альбититами, натролитами, слюди-сто-альбитовыми метасоматитами. Вторая группа объединяет родингиты, актинолититы, тремолититы, нефриты. Особую группу низкотемпературных гидротермалитов составляют листовениты и талькиты.

Жадеититы сложены на 90–95 % диопсид-жадеитом с постоянной примесью вторичных (альбита, анальцима, фенгита, кальцита) и аксессуарных (хромшпинелидов, магнетита, титани-та, рутила, апатита) минералов в переменных количествах. Окраска пород зеленовато-серая, светло-зеленовато-серая, текстура массивная, структура от мелко- до крупнокристаллической, призматическая. Отдельные вкрапленники в периферических частях тел сложены диопсид-жадеитом, хлоромеланитом яблочно-зеленой, голубовато-зеленой, темно-зеленой окраски.

Натролитовые и натролит-альбитовые метасоматиты состоят из переменного количества альбита и натролита ($Ng = 1,489$, $Np = 1,477$, $Ng-Np = 0,012$, $2V = 51^\circ$) с постоянной примесью анальцима, гроссуляра, иногда жадеита. Плагноклаз представлен двумя генерациями альбита [49ф].

Большинство описанных метасоматитов наблюдаются в полимиктовом меланже в форме разновеликих будин и глыб, с зеркалами скольжения. Генезис жадеитовых метасоматитов проблематичен. Н. Л. Добрецов [12] их рассматривает в качестве глубинных включений.

Актинолититы наблюдаются в форме мелких округлых будин, сложенных практически нацело крупношестоватыми (до 1 см и более) радиально-лучистыми агрегатами темно-зеленого актинолита с примесью талька (до 5 %), кальцита (до 5 %), лейкоксена (1–2 %).

Родингиты представляют собой мелко- и микрзернистые массивные пятнистые, полосчатые породы серой, зеленовато-серой, желтовато-серой, розовато-зеленовато-серой окраски. Содержание минеральных компонентов варьирует в широких пределах. Преобладающими минералами являются диопсид (20–60 %), везувиан (10–75 %), гроссуляр-андрадит (10–60 %), лейкоксен (5–30 %). Постоянными примесями являются цоизит, клиноцоизит, карбонат, тремолит.

Тремолититы характеризуются светло-серыми, зеленовато-серыми, серыми тонами окраски, массивной или сланцеватой текстурой, спутанно-игольчатой и радиально-лучистой структурой. Сложены на 90–95 % тремолитом. В качестве примесей присутствуют гранат, тальк, серпентинит, магнетит.

Листвениты представляют собой желтовато-серую, зеленовато-серую, светло-зеленую, пятнистую породу с характерной ржаво-бурой или желтоватой корочкой выветривания. Текстура пород массивная, брекчиевидная, неяснополосчатая, прожилково-вкрапленная, минеральный состав (%): брейнерит (до 70), кварц (20–25), тальк (1–5), фуксит (0,5–5), лейкоксен (1–5), лимонит. Участками наблюдается мелкая вкрапленность пирита, магнетита.

Талькиты сложены листовато-чешуйчатыми агрегатами талька (70–90 %), серпентинитом (3–10 %), карбонатом (15–20 %), магнетитом (1–5 %), окраска пород светло-серая, с розоватым, зеленоватым либо желтоватым оттенками, текстура сланцеватая и брекчиевидная, структура лепидобластовая.

Геохимический фон гипербазитов борусского комплекса определяется элементами-индикаторами: никель, кобальт, хром. Среднее содержание никеля (0,17–0,24 %) близки, хрома (0,07–0,21 %) несколько ниже, кобальта (0,007–0,01 %) в 2 раза ниже кларковых для пород данного типа. В процессе серпентинизации соотношения данных элементов не меняется, только в хризотил-асбесте отмечается уменьшение в 2–3 раза содержания никеля. Характерной особенностью гипербазитов следует считать резко повышенное в них, относительно кларкового, содержание меди в 1,5 раза. Кроме того, в 40 % проб хризотил-асбеста Буланташской зоны отмечено присутствие висмута, содержание которого на 3–4 порядка превышает кларковое. Различие дунитов и гарцбургитов заключается в высокой магнезиальности первых при более низком содержании кремнекислоты ($Mg/Si = 1,7$ против 1,4–1,5 у гарцбургитов). При серпентинизации наблюдается уменьшение окислов магния и кремния, резкое увеличение степени окис-

ленности железа, некоторое увеличение двуокиси титана, глинозема и углекислоты. Степень серпентинизации наиболее хорошо коррелируется со значениями потерь при накаливании (ппп).

Отмеченные особенности наиболее удовлетворительно объясняются привнесом указанных элементов гидротермальными растворами, обусловившими дегидратацию борусских гипербазитов [49ф, 65ф].

Петрофизические свойства пород зависят от степени их серпентинизации. Плотность пород изменяется от 3,0–3,2 г/см³ у слабосерпентинизированных пород дунит-гарцбургитовых ядер до 2,7–2,8 г/см³ у частично серпентинизированных пород, до 2,5–2,7 г/см³ у серпентинитов периферических частей массивов. Слабо серпентинизированные породы дунит-гарцбургитовых ядер являются наименее магнитными: магнитная восприимчивость их варьирует в пределах 0–100 × 10⁻⁵ ед. СИ. В результате серпентинизации магнитная восприимчивость пород резко возрастает до 20 000 × 10⁻⁵ ед. СИ и более. Наложённые гидротермально-метасоматические процессы в зонах разрывных нарушений (оталькование, лиственитизация, родингитизация) приводят к уменьшению намагниченности пород. Плотность доминирующих мезократовых разностей составляет 2,85–3,00 г/см³. Габброиды относятся к практически немагнитным породам: магнитная восприимчивость их не превышает 30–70 × 10⁻⁵ ед. СИ.

Радиоактивность гипербазитов – 3–5 мкР/ч, у габброидов – 5–8 мкР/ч.

Металлогенические особенности образований Борусского комплекса определяются приуроченностью к ним месторождений и проявлений хризотил-асбеста (Борусское, Булунташское), нефрита, жадеитов (Кашкаретское и др.), талька и рассеянной минерализацией никельсодержащих сульфидов.

Вместе с тем, потенциальная хромитоносность гипербазитов Борусского офиолитового пояса, согласно петрохимическим критериям, оценивается отрицательно. Не исключено, что источником золота являются зоны лиственитизации в гипербазитах.

По структурно-тектоническому положению, составу, петро- и геохимическим особенностям, метаморфизму и металлогении образования борусского комплекса района соответствуют высокомагнезиальной дунит-гарцбургитовой, альпинотипной формации нижней части разреза палеоокеанической коры (или офиолитовых серий 2-го типа, по Н. Л. Добрецову [12]).

Возраст комплекса принят условно позднерифейским согласно Легенде Западно-Саянской серии.

С породами комплекса связаны хризотил-асбестовая и хромитовая минерализация, проявления талька, драгоценных и поделочных камней.

Раннекембрийские интрузивные образования

Данные образования представлены субвулканическими образованиями нижнемонокского вулканического комплекса и майнским плутоническим габбро-тоналит-плагиогранитным комплексом.

Нижнемонокские субвулканические образования ($\beta\text{л}\epsilon_{1nt}$) входят в состав одноименного вулканического комплекса и развиты в Северо-Саянской СФЗ. Это мелкие штоки, силлы, пространственно ассоциирующие с вулканитами нижнемонокской свиты и являющиеся их субвулканическими комагматами. Мощность тел – до 1 км, протяженность – 2–5 км. Тела сложены базальт-порфиридами, которые в их центральных частях бывают раскристаллизованными, в периферических частях наблюдаются небольшие зоны закалки. В составе базальт-порфиритов отмечаются андезин An_{38-42} и буро-зеленая роговая обманка ($\text{Ng} = 1,671$, $\text{C}: \text{Mg} = 18-20\%$, $2\text{V} = 80-84\%$), образующая неправильные призматические зерна, почти нацело замещенные хлоритом. В зернах роговой обманки встречаются мелкие реликты клинопироксена.

В физических полях субвулканические образования выделяются совместно с базальтами нижнемонокской свиты, с аналогичными петрофизическими свойствами.

Возраст субвулканических образований принят раннекембрийским соответственно возрасту нижнемонокской свиты.

Майнский габбро-тоналит-плагиогранитный комплекс впервые выделен И. К. Баженовым в 1924 г., наиболее полно описан в работах В. Н. Смышляева (1958, 1963 гг.), В. Д. Зальцмана (1983 г.) и Б. М. Минаева (1951–1953 гг.). Комплекс двухфазный, распространен в Северо-Саянской СФЗ. Первая фаза (10 %) представлена автолитами (до 600 м) роговообманковых габбро ($\nu\epsilon_{1m_1}$). Они развиты по левому борту р. Енисей севернее пос. Майна. Вторая фаза комплекса (90 %) сложена биотит-роговообманковыми плагиогранитами ($\rho\gamma\epsilon_{1m_2}$), тоналитами ($\gamma\delta\epsilon_{1m_2}$) и гибридными кварцевыми диоритами ($q\delta\epsilon_{1m_2}$). Линейно-вытянутые массивы второй

фазы комплекса расположены вдоль Саяно-Минусинского надвига: Табатский (1), Енисейский (2) (рис. 29). Они формируют в зоне сочленения Западного Саяна и Южно-Минусинской впадины плагиогранитный пояс протяженностью более 100 км при ширине выхода 10–12 км. Северная граница комплекса на всем протяжении проходит по Саяно-Минусинскому надвику. Южный и восточный контакты комплекса с вмещающими породами нижнемонокской свиты неровный, имеет извилистые очертания. В районе пос. Богословка граниты резко теряют свою мощность и далее к западу в виде узкой полосы контактируют с отложениями нижнемонокской свиты. Петротипом комплекса является Енисейский плутон (550 км²), представляющий собой дискордантный лакколит с гребневидными акмолитовыми апофизами. Мощность плутона, по геофизическим данным, колеблется от 1,5 до 4 км. Жильные образования представлены плагиогранит-порфирами и кварц-полевошпатовыми жилками, локализованными в пределах интрузии и в зоне экзоконтакта.

Сведения о минеральном составе пород комплекса приведены в табл. 1.

Плагиограниты имеют среднезернистую гипидиоморфнозернистую структуру, для которой характерно резкое преобладание и идиоморфизм роговой обманки над биотитом. Они большей частью средне- и крупнозернистые порфировидные (за счет крупных вкрапленников кварца и плагиоклаза). Размеры вкрапленников находятся в прямой зависимости от зернистости основной массы породы. Петрографический состав (%): кварц – 40–65, плагиоклаз (фенокристаллы – 36–33 % An, основная масса – 22–8 % An) – 47–48, темноцветные минералы, представленные роговой обманкой и биотитом – 2–7, среди которых всегда преобладает амфибол. Акцессорные минералы – циркон, апатит, титанит, магнетит, пирит [28].

Тоналиты охраняют те же структурные признаки. Петрографический состав (%): тоналиты, кварц – 25–35, плагиоклаз (ядро до 55–45 % An, каймы и матрикс 35–20 % An) – 50–65, роговая обманка – 8–10, биотит 0–3 [28].

Для пород комплекса характерны избыточное содержание SiO₂ (прил. 12), низкая щелочность натриевого типа ($Na_2O/K_2O \geq 6$), преобладание Fe над Mg, FeO над Fe₂O₃, низкое содержание редких, редкоземельных и летучих элементов [71ф].

В породах майнского комплекса низкие содержания Rb (3,5–15,0 г/т), Sr (137–228 г/т), Nb (1,1–6,6 г/т), Y (12–52 г/т), Ta (0,6–0,8 г/т); преобладание легких лантаноидов над тяжелыми (La/Y в 1,2–5,6) [29]. Плотность габбро – 2,88 г/см³, плагиогранитов – 2,61 г/см³, кварцевых диоритов – 2,73 г/см³. Магнитная восприимчивость соответственно – 200×10^{-5} ед. СИ, 80×10^{-5} ед. СИ и 1740×10^{-5} ед. СИ.

Табатский массив расположен в области гравитационной ступени и положительной магнитной локальной аномалии, уходящей на запад за пределы площади, интенсивностью от 100 до 500 нТл.

Енисейский массив расположен в области гравитационной ступени с небольшими раздувами изоаномал. В остаточном поле силы тяжести он не находит четкого отражения. Над ним наблюдаются в основном положительные локальные аномалии интенсивностью до 2 мГал. В магнитном поле над ним отмечаются положительные аномалии с различной степенью изменчивости. Восточная и северная части массива фиксируются слабоградиентной, выдержанной по изменчивости аномалией интенсивностью от 500 до 1420 нТл, а юго-западная и западная – изменчивым, градиентным полем интенсивностью 25–500 нТл. Изолированные высокоградиентные положительные магнитные аномалии интенсивностью до 500 нТл создаются выходами на поверхность нижележащих вулканогенных пород. Исходя из вышенписанного, а также результатов моделирования, можно сделать вывод о мощности и форме массива: мощность плутона в районе разреза колеблется от первых сотен метров и здесь он имеет форму пластины. В восточной части массива, где наблюдается локальная отрицательная до 2 мГал аномалия силы тяжести, мощность плутона – до 4 км.

По петрохимическому составу (рис. 31, прил. 12) породы первой фазы майнского комплекса относятся к габброидам, второй фазы – к гранитоидам известково-щелочной серии. По мнению большинства исследователей [11, 49ф, 71ф], породы комплекса комагматичны вулканитам нижнемонокской свиты, по составу относятся к М-типу гранитов и сформированы на ранних стадиях развития островных дуг энсиматического типа.

Нижняя возрастная граница комплекса определяется прорывом плагиогранитами вулканического разреза нижнемонокской свиты раннего кембрия. Верхняя возрастная граница определяется присутствием гальки плагиогранитов в конгломератах верхнемонокской свиты нижнего кембрия по р. Табат у западной границы листа. С. Н. Рудневым по результатам исследований опорных разрезов верхнемонокской и чеханской свит в стратипическом районе сделан вывод

Минеральный состав пород майнского комплекса (по О. Ю. Перфиловой [71ф])

Название породы, фаза, массив	Окраска, структура, текстура, микроструктура	Минеральный состав, объемные %		Аксессуарные минералы по данным изучения протолокчек
		Типоморфные и существенные минералы	Вторичные минералы	
Габбро авгит-роговообманковые I фаза (Енисейский массив)	Структура мелко- и среднезернистая. Микроструктура габбровая и пойкилоофитовая	Плагиоклаз (An ₆₀₋₇₅) – 30–50 %; авгит – 0–15 %; обыкновенная роговая обманка (C: Ng = 13–22°) – 30–50 % редко – гиперстен 0–5 %	Биотит, актинолит, эпидот, хлорит, альбит, лимонит, кварц	Магнетит 730–3550 г/т, ильменит 50–690 г/т, апатит 50–200 г/т, циркон розовый и бурый 50–345 г/т, пирит
Габбродиориты I фаза (Енисейский массив)	Структура пойкилоофитовая	Плагиоклаз (An ₄₅₋₅₀) – 35–45 %; авгит, диопсид – авгит (2V = 52–55°, C: Ng = 44–46°) – 0–10 %; гиперстен (2V _{пр} = 5–7°) – ед. з. обыкновенная роговая обманка (C: Ng = 18–20°, 2V = 65–75°) – 5–10 %	То же	То же
Кварцевые диориты I фаза (Енисейский массив)	Микроструктура пойкилитовая Текстура нередко пятнистая	Плагиоклаз (An ₃₅₋₅₅), часто с обратной зональностью – 30–50 % обыкновенная роговая обманка – 25–60 %, кварц – 15–20 %	Серицит-актинолит-биотит	Магнетит – 3100–12 900 г/т, сфен – 100–190 г/т, лейкоксен – до 190 г/т, циркон бурый зональный – до 90 г/т, апатит, пирит
Плагиограниты II фазы (Енисейский массив)	Структуры от равномерно крупно- и среднезернистых в центральной части массива до мелко- и тонкозернистых, нередко порфировидных в его краевых частях. Микроструктура гипидиоморфнозернистая, структура резкопорфировидная. Микроструктуры основной массы: микрографическая, гипидиоморфнозернистая, микролитовая, сфероолитовая. Вкрапленники (0,5–15 мм) голубовато-серого дипирамидального кварца, реже олигоклаза. Анортит (An ₁₀₋₂₅) – 5–40 % объема породы. Размер выделений минералов в о.м. – менее 0,5 мм. Порфиновые выделения кварца часто окружены сплошной или прерывистой каймой альбита	Кварц – 35–45 %, плагиоклаз (An ₁₀₋₂₅) – 40–60 %, обыкновенная роговая обманка – 3–15 %, биотит – 0–3 %, ортоклаз-пертит – 0–2 %, диопсид – ед. з., кварц – 35–40 %, плагиоклаз (An ₁₀₋₂₅), роговая обманка – 3–5 %, биотит – 1–3 %, микроклин – 1–3 %	Альбит, серицит, эпидот, хлорит, альбит, серицит, хлорит, соскорит, соссюрит	Магнетит 870–8900 г/т, сфен до 370 г/т, апатит до 300 г/т, циркон розовый и бурый до 300 г/т, пирит, альмандин, турмалин, буровато-синий магнетит, сфен – 0–2 %; апатит, циркон, торит, монацит

о том, что петрографический и петрохимический составы, характер распределения редких и редкоземельных элементов в плагиогранитах из галек конгломератов верхнемонокской свиты аналогичны установленным в породах Енисейского и Табатского плутонов [29]. Кроме того, появление плагиогранитов подобного типа в гальках конгломератов на уровне верхнемонокской свиты, в основании толщ с остатками архециат саныштыгольского горизонта фиксируется по простиранию Северо-Саянского палеовулканического пояса в юго-западном направлении на протяжении 100–150 км.

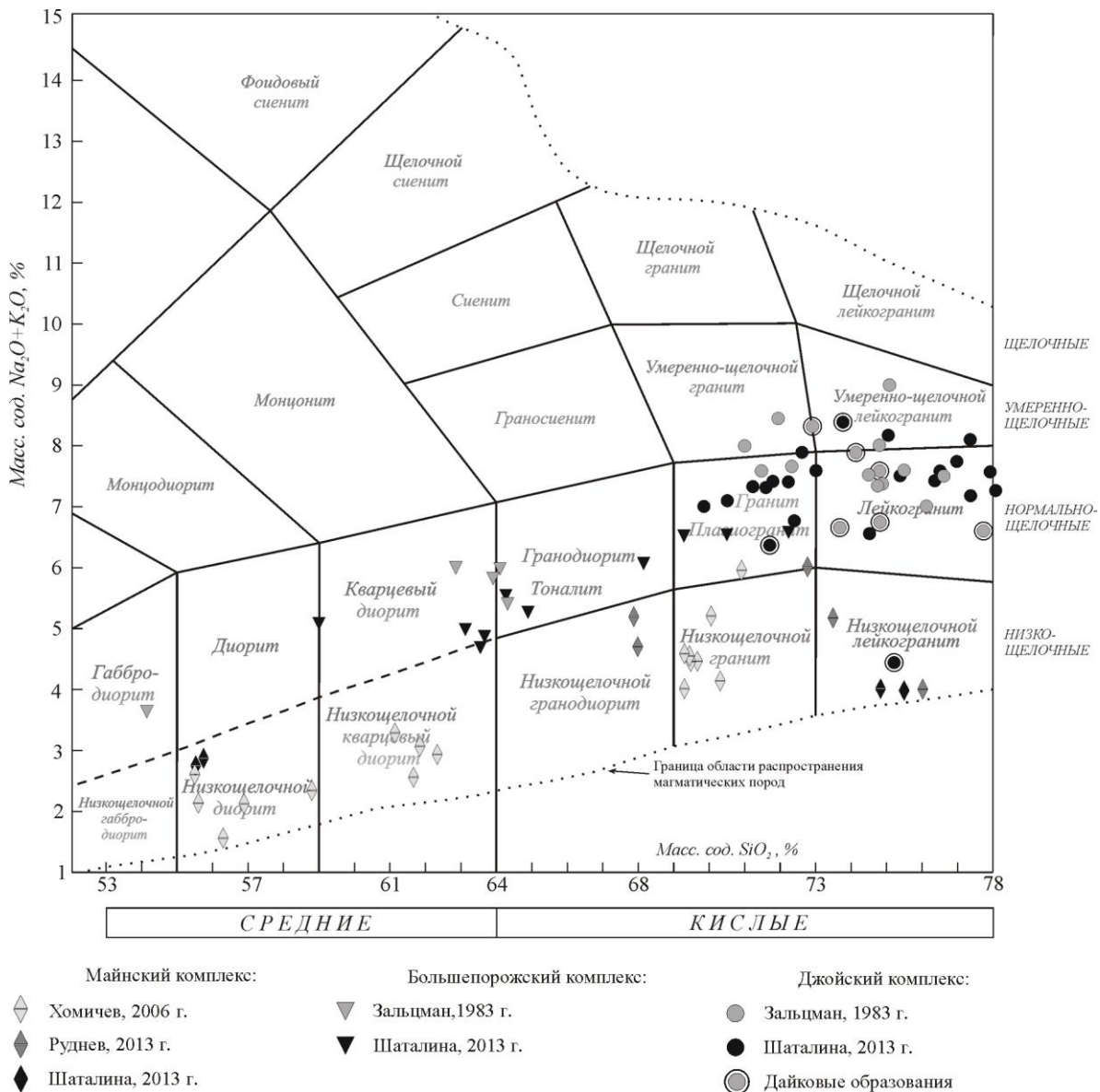


Рис. 31. Диаграмма TAS для интрузивных образований листа N-46-XXVI (Саяногорская площадь).

Из плагиогранитов Табатского массива западнее площади получены Rb-Sr и U-Pb изохроны в 538 ± 28 и 525 ± 9 млн лет [71ф]. В пределах площади из плагиогранитов Енисейского плутона С. Н. Рудневым по результатам U-Pb датирования приводятся цифры $523,8 \pm 2,1$ млн лет (прил. 8). В правом борту р. Дехановка из Табатского массива получена конкордия в $511,6 \pm 6,3$ млн лет (прил. 8). Из Енисейского плутона по результатам U-Pb датирования по пробам по цирконам получена конкордия в $530 \pm 3,5$ млн лет, что отвечает раннему кембрию (рис. 32).

С интрузиями комплекса парагенетически связаны медно-колчеданное (Майнское месторождение) и золото-кварц-сульфидное (Малошущенское месторождение) оруденения.

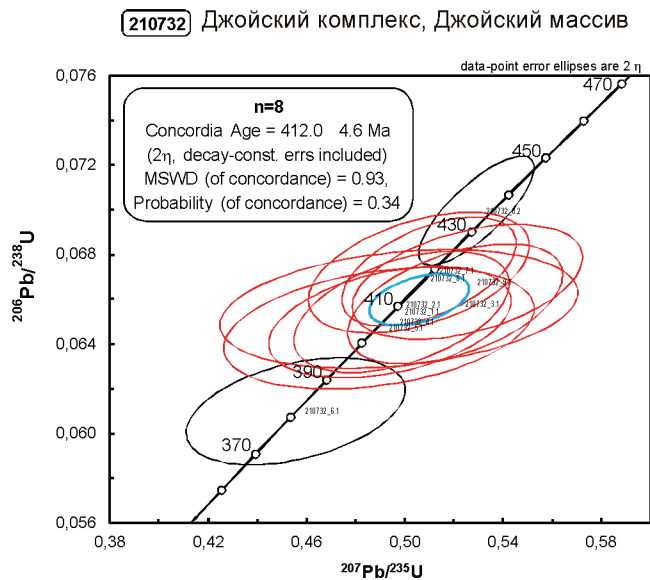
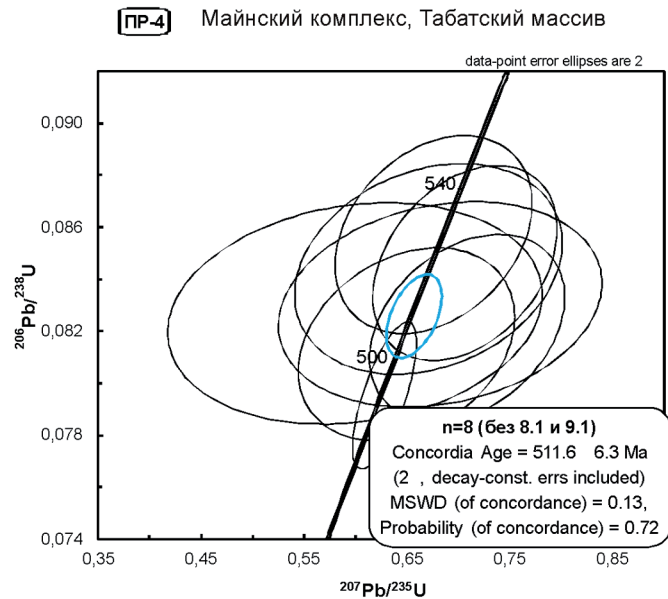
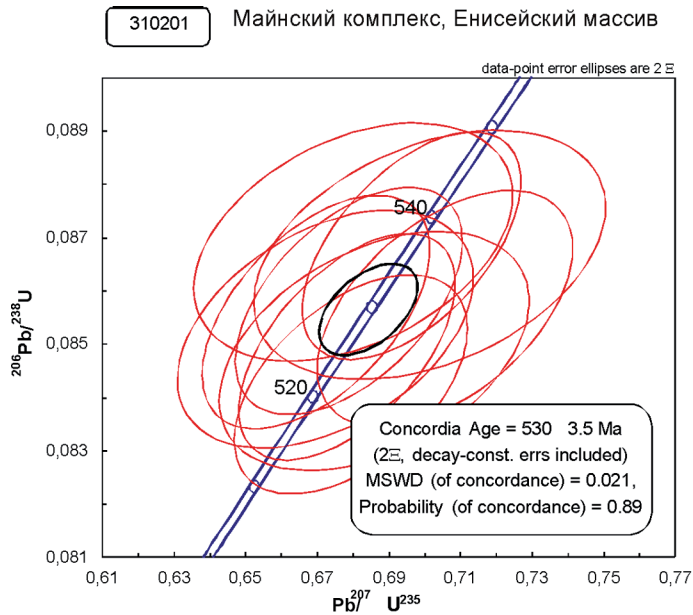


Рис. 32. U-Pb изотопные диаграммы с конкордией для цирконов из гранитоидов майнского и джойского комплексов.

Раннедевонские интрузивные образования

Раннедевонские интрузивные образования представлены большепорожским гранитоидным комплексом, джойским гранитовым комплексом и субвулканическими образованиями чиланотимиртасского комплекса.

Интрузивные образования **большепорожского гранитоидного (диорит-гранодиорит-гранитного) комплекса** занимают 118 км² изученной территории (нижнее течение р. Кантегир, приустьевая часть р. Абдыр, междуречье Голубая–Сизая). Представлены они биотитовыми и биотит-роговообманковыми кварцевыми диоритами ($q\delta D_1b$), тоналитами, гранодиоритами ($\gamma\delta D_1b$), плагиогранитами ($p\gamma D_1b$), реже гранитами (γD_1b), лейкогранитами ($l\gamma D_1b$) (рис. 31. прил. 12). Широко развиты дайки гранит-порфиров ($\gamma\pi D_1b$), диорит-порфиров ($\delta\pi D_1b$), плагиогранит-порфиров ($p\gamma\pi D_1b$). Размещение интрузивных тел (рис. 29) отчетливо контролируется зонами крупных нарушений восточно-северо-восточного направления, разграничивающих Джебашско-Амыльскую СФПЗ, Борусскую и Центрально-Саянскую СФЗ.

Наиболее крупным является **Сизинский массив** (9) в междуречье Голубая–Сизая, в их верхнем течении, площадью 93 км². Форма массива в плане овальная с характерным пережимом в центральной части. Удлинение массива в северо-восточном (65°) направлении контролируется северной ветвью Борусского надвига. Аналогичные разрывные нарушения определяют размещение в приосевой части хр. Борус к западу от горы Голубая и в истоках руч. Мал. Кашкарет апофиз массива протяженностью 4–5 км при ширине 0,2–0,6 км. В правых притоках р. Голубая с Сизинским массивом сопряжены мелкие (0,4 × 0,4 и 0,6 × 0,9 км) изометричные штоки кварцевых диоритов и плагиогранитов. Отметки в пределах площади развития пород массива варьируют от 550 м в его северной части (долина р. Сизая) до 1818,6 м в южной (р. Голубая).

Сизинский массив сложен мелко- и среднезернистыми, порфировидными роговообманково-биотитовыми кварцевыми диоритами (54 %), тоналитами и гранодиоритами (40 %), плагиогранитами и лейкогранитами (5 %), роговообманковыми диоритами (менее 1 %). Переходы между данными разновидностями постепенные, в пределах 10–20 м.

Вмещающими массив породами являются с севера и запада метаморфические сланцы изырбельской и амыльской свит, с северо-востока, юго-запада и юга – гипербазиты борусского комплекса, отложения абдырской толщи, породы полимиктового меланжа. В большинстве случаев устанавливается интрузивный характер контакта и погружение его в сторону вмещающих пород под углом 45–60° (левобережье р. Бол. Кашкарет) либо 70–75° (правобережье р. Голубая). В истоках р. Сизая, руч. Кочанов, рек Мал. Карынзуль и Мал. Кашкарет контакты массива осложнены малоамплитудными сбросами северо-восточного и восточно-северо-восточного направлений.

Вмещающие породы в зависимости от их исходного состава превращены в метасоматиты полевошпат-эпидот-амфиболовые, кварц-биотитовые и кварц-полевошпат-биотитовые, магнетит-тремолит-оливиновые (по гипербазитам борусского комплекса). Ширина ореола контактового метаморфизма варьирует от 0,5 до 1,5 км. Типичная зональность ореола по породам амыльской свиты в западном экзоконтакте массива выглядит следующим образом [49ф]:

- ороговикованные полосчатые карбонат-альбит-хлоритовые сланцы (250 м);
- роговики плагиоклаз-эпидот-амфиболовые зеленовато-темно-серые линзовидно-полосчатые с четко выраженными реликтовыми текстурами (500 м);
- гнейсовидные роговики с линзами, шлирами, пятнами неравномернозернистых кварцсодержащих и кварцевых диоритов, количество которых увеличивается к контакту. Размеры их варьируют от 0,1 до 2,0 м. Внешние контуры полос и пятен гибридных пород часто выражены нечетко, между ними и роговиками наблюдаются взаимопереходы. Ширина – 250 м.

Сами гранитоиды в эндоконтактной зоне шириной до 200 м нередко имеют гнейсовидный облик, обусловленный струйчато-полосчатым распределением темноцветных минералов. Особенностью эндоконтактной зоны является развитие разноориентированных жил мощностью 1–20 см гранодиоритового состава.

Контакты гранитоидов Сизинского массива с гипербазитами борусского комплекса резкие. В районе выс. 1386,7 на контакте гранитоидов и серпентинитов вскрыто линзовидное тело метасоматических полосчатых кварцитов размером 5 × 10 м. Для всего массива характерно присутствие шлировых пятен, полос, линз размером до 0,4 × 1,0 м, сложенных порфировидными мелкозернистыми кварцсодержащими биотит-роговообманковыми диоритами, обычно вытя-

нутыми в северо-восточном направлении. В массиве широко развиты дайки плагиогранит-порфиоров и диорит-порфириров северо-восточного (30–60°) направления, мощность их варьирует от 1 до 5 м.

Сизинский массив расположен в области широкой слабоградиентной гравитационной ступени северо-западного направления и отрицательной магнитной аномалии интенсивностью в западной части массива до 200 нТл. В западном окончании массива фиксируется понижение поля силы тяжести на 2 мГал. Вдоль контакта массива с вмещающими вулканогенными породами наблюдаются кольцевые положительные магнитные аномалии интенсивностью до 300–600 нТл. «По наземным наблюдениям магнитного поля (ΔZ)а над массивом наблюдается изрезанное положительное поле интенсивностью от плюс 200–300 до первых тысяч нТл, что соответствует неравномерности магнитных свойств, слагающих Сизинский массив пород» [49ф]. Заливообразные поля роговиков, скопления их останцов, максимальная концентрация шлиров, центриклинальное падение в пологозалегающей отдельности свидетельствуют о лополитообразной форме гранитоидной залежи. Линейный характер ее южной части, подчеркнутый вытянутыми вдоль зон крупных нарушений протяженными апофизами, связан с крутым трещинно-пластовым залеганием интрузивной массы.

Сизинский массив (гранодиориты) имеет халько-сидерофильную геохимическую специализацию. Геохимический фон пород массива близок к кларковым, по А. П. Виноградову (1962 г). Однако содержание в них Cr в 3 раза, Ni в 2,25 раза, Zn в 2 раза выше, а Li в 16 раз, Y в 8 раз, Ba в 6,4 раза, Sn, Nb в 5 раз, Zr, Ga в 3 раза ниже кларкового (прил. 13).

Курумьский массив (8) расположен в истоках руч. Курумьс, левого притока р. Голубая. Гранитоиды комплекса слагают его восточную часть в виде обращенной к востоку дугообразной полосы 1,2 × 3,5 км. Вмещающими массив породами являются сланцы амыльской свиты. Характер контактового метаморфизма аналогичен описанному для Сизинского массива. Ширина поля ороговикования варьирует от 0,6 до 2,2 км.

Строение восточной части массива зональное: по периферии располагаются кварцевые диориты (0,2–0,4 км), постепенно сменяющиеся к центру тоналитами. В приконтактной зоне с гранитами джойского комплекса в полосе шириной 150–200 м развиты биотитовые гранодиориты. Контакт между ними и гранитами джойского комплекса закурумлен и проведен условно.

Породы, слагающие Курумьский массив, находят отражение как в магнитном, так и в поле силы тяжести, фиксируется локальной отрицательной магнитной аномалией интенсивностью до 350 нТл, эпицентр который смещен на юго-юго-запад. В гравитационном поле он расположен в области той же ступени, что и Сизинский массив. Над массивом наблюдается отрицательная локальная аномалия интенсивностью от 2 до 4 мГал, вытянутая в восточном и в южном направлениях. Геофизические наблюдения свидетельствуют о погружении гранитоидов массива в сторону Сизинского массива.

Говорихинский массив (14) расположен в правом борту долины р. Енисей в междуречье Бол. Говориха–Абдыр. Он представляет собой с поверхности два сближенных, сходящихся на глубине тела общей площадью 1,8 км². Северное овальное (0,8 × 1,6 км) и южное – удлиненно вытянутое в северо-восточном направлении (0,75 × 2,0 км), тела расположены в зоне разрывных нарушений. Массив сложен тоналитами и мелкозернистыми биотитовыми гранодиоритами, плагиогранитами, связанными постепенными взаимопереходами. Вмещающими их породами являются сложно дислоцированные породы амыльской свиты. Ореол контактового метаморфизма в плане изометричный, ширина его варьирует от 0,2 до 0,7 км. Положение массива в зоне разрывных нарушений предопределило широкое развитие в его пределах зон дробления, сопровождающиеся окварцеванием, эпидотизацией, пиритизацией с редкометалльно-полиметаллической минерализацией. Мощность сближенных зон дробления и окварцевания варьирует от 1 до 15 м. Породы, слагающие массив, в магнитном поле фиксируется локальной отрицательной магнитной аномалией интенсивностью 150 нТл, характерной для пород рамы, форма аномалии изометрична.

Кантегирский массив (15) в изученном районе представлен своим северо-восточным окончанием, располагающимся в нижнем течении р. Кантегир. Параметры его составляют 1,6 × 5,0 км, площадь – 7,3 км². Большая часть массива, далеко выходящая в юго-западном направлении за пределы исследованной территории, представляет собой узкое (0,8–2,0 км), линейно-вытянутое в восточно-северо-восточном (7,0–75°) направлении пластинообразное тело общей протяженностью до 25 км. В области северо-восточного окончания в правобережной

части р. Кантегир контакты массива резко разворачиваются в субмеридиональном (10–15°) направлении и смыкаются, образуя своеобразный «крюк» размером 1,5 × 3,5 км.

Массив сложен мелко-среднезернистыми роговообманково-биотитовыми кварцевыми диоритами (60 %), биотитовыми тоналитами (20 %), гранитами и плагиогранитами (20 %), связанными постепенными взаимопереходами в пределах 50–80 м. Северная часть массива (в пределах площади листа) сложена гранитами и кварцевыми диоритами. Тоналиты и плагиограниты пользуются преимущественным развитием в юго-восточной и восточной частях массива. В эндоконтактовой зоне отмечается некоторое увеличение лейкократовости пород, развитие различно ориентированных прожилков (1–1,5 см) гранодиоритов. Для пород массива характерна повышенная степень трещиноватости и катаклаза, согласные направлениям разрывных нарушений. Зоны катаклаза сопровождаются интенсивной эпидотизацией и хлоритизацией, участками развиты прожилки кристаллического эпидота, альбита и кварца. В ряде случаев наблюдается отчетливое замещение плагиоклаза микроклином, а последнего – альбитом [11].

В структурном плане Кантегирский массив приурочен к Борусскому офиолитовому поясу. Вмещающими гранитоиды породами являются серпентиниты и серпентинизированные перидотиты Борусского массива. Контакты пород резкие, четкие, конфигурация линии контакта в плане слабоизвилистая. Гипербазиты на контакте в полосе шириной 100–150 м превращены в тальк-магнетит-тремолит-оливиновые роговики. Максимальная (до 1,3 км) ширина ореола контактового метаморфизма наблюдается в восточном экзоконтакте массива, где вмещающие гипербазиты насыщены сближенными телами кварцевых диоритов, тоналитов. Форма тел – дайки, жилы, штоки. С юго-востока гранитоиды граничат по зоне взбросо-надвига с пластиной жадеитоносного меланжа.

На карте аэромагнитных аномалий местоположение Кантегирского массива фиксируется локальным понижением интенсивности положительного поля до плюс 600–300 нТл на фоне более высокого (плюс 800–1800 нТл) поля, соответствующего вмещающим гипербазитам борусского комплекса. Объемная форма массива представляется в виде пластины, крутопогружающейся на юг–юго-восток.

Кантегирский массив (тоналиты, плагиограниты) имеет халько-сидерофильную геохимическую специализацию. Геохимический фон пород массива близок к кларковым, по А. П. Виноградову (1962 г.). Однако содержание в них Ni в 3,1 раза выше, а Li в 8 раз, Ba в 5,8 раз, Zr в 2,6 раза ниже кларкового (прил. 13).

Малые тела большепорожского комплекса располагаются вдоль юго-восточного обрамления Борусского офиолитового пояса, в истоке р. Абдыр, правобережье р. Мал. Абдыр, истока руч. Бол. Татарка, руч. Санькин. Размеры тел варьируют до 0,2 × 0,7 км, форма их изометричная, линзовидная, неправильная. Сложены они большей частью кварцевыми диоритами, редко гранодиоритами.

Дайковые образования большепорожского комплекса представлены плагиогранит-порфирами, гранит-порфирами, диорит-порфиритами, пользуются широким развитием, тяготея к выходам гранитоидных массивов. Максимальная концентрация даек в верхнем течении р. Голубая между выходами гранитоидов Сизинского и Курумьского массивов, где они образуют зону северо-восточного (30–40°) простираения шириной 1–1,5 км и протяженностью до 12 км, приуроченную к Голубинскому разлому. Мощность даек варьирует от 1 до 10 м, редко до 15 м, протяженность от 0,01 до 0,2 км, нередко наблюдаются серии из 2–3 и более сближенных даек.

Кварцевые диориты роговообманково-биотитовые имеют зеленовато-серые тона окраски. Состав пород: кварц (13–20 %), роговая обманка (5–10 %), биотит (7–17 %), плагиоклаз (олигоклаз–андезин, андезин), высокое содержание в составе аксессуариев магнетита (до 2100 г/т) и апатита (до 10 г/т).

Кварцсодержащие диориты представляют собой темно-серые неравномерно-зернистые порфирированные породы. Состав пород (%): плагиоклаз (50–60), роговая обманка (15–20), биотит (10–15), кварц (5–7); аксессуарные минералы – магнетит, апатит, титанит; вторичные минералы – хлорит, эпидот. Порфирированность обусловлена более крупными индивидами плагиоклаза и роговой обманки, составляющими от 20 до 40 % общего объема породы.

Амфиболовые диориты характеризуются темно-серым до черного цветом, резко неравномерно-зернистой структурой, массивной текстурой. Структура пород гранобластовая, состав (%): роговая обманка (60–90 %), андезин (от 5–40 %), кварц (2–4 %), магнетит, титанит (0,5–1 %), апатит, пирит (ед. зерна).

Тоналиты роговообманково-биотитовые представляют собой серые, светло-серые, слабо-порфиroidные породы массивной, реже гнейсовой текстуры. Порфиroidность обусловлена более крупными (до 5 мм) зернами кварца на фоне мелко-среднезернистой (1–4 мм) структуры основной массы. Гнейсовидность выражена струйчатым расположением темноцветов. Структура пород гипидиоморфнозернистая с элементами пойкилобластовой, катакластической. Состав пород: кварц (20–30 %), плагиоклаз (50–60 %), микроклин (3–8 %), биотит (5–15 %), роговая обманка (2–7 %). Кварц ксеноморфен, имеет волнистое погасание, образует симплектитовые сростки с роговой обманкой. Плагиоклаз представлен олигоклазом, андезин-олигоклазом, таблитчатыми зернами зонального строения с пойкилобластовыми включениями серицита и эпидота. Решетчатый микроклин представлен двумя генерациями. Биотит – густо-бурый по Ng (1,641 до 1,652), зеленовато-желтый по Nr. Листоватые зерна биотита часто деформированы. Роговая обманка зеленая слабозональная образует мелкие (0,5–1,5 мм) индивиды призматического облика. Вторичные изменения выражены в развитии серицита, хлорита, эпидота, альбита. Акцессорные минералы представлены магнетитом (до 95 г/т), титанитом (200 г/т), цирконом (20 г/т), ильменитом, апатитом, ортитом, пиритом (ед. зн.).

Гранодиориты характеризуются повышенным содержанием калиевого шпата (10–18 %).

Плагиограниты биотитовые отличаются лейкократовостью и низкой щелочностью: содержание (%): кварца 35–45, калишпата 4–5, биотита 3–5.

Граниты биотитовые светло-серые, розоватые породы массивные мелкозернистые. Состав (%): микроклин 30, плагиоклаз 45, кварц 15, биотит 10. Вторичные – эпидот, клиноцоизит, серицит, хлорит. Порода состоит из таблитчатых зерен микроклина, удлиненных зерен альбита, зерен кварца и чешуй биотита. Плагиоклаз имеет зональное строение, он полисинтетически сдвойникованный. Микроклин образует зерна размером 1–1,5 мм. Полевой шпат таблитчатой формы, зерна размером 1–2 мм, пелитизирован. Биотит от светло-коричневого до темно-бурого, размер чешуек 0,2–1 мм.

Жильные образования представлены пегматоидными кварц-полевошпатовыми жилами светло-серого, розовато-светло-серого цветов, сложены кварцем (20–60 %), микроклином (15–40 %), олигоклазом (20–60 %), мусковитом (1–3 %), биотитом (1–2 %). Акцессорные минералы – магнетит и циркон (единичные зерна).

Плагиогранит-порфиры, гранодиорит-порфиры представляют собой светлоокрашенную породу с розоватым, желтоватым или зеленоватым оттенком, структура порфиroidная, основной массы – микрогранитовая, микросферолитовая. Фенокристаллы (15–20 %) размером 2–3 мм представлены плагиоклазом (7–16 %), кварцем (4–10 %), биотитом (1–4 %). Состав основной массы: олигоклаз, олигоклаз-андезин (40–60 %), кварц (15–30 %), калишпат (8–16 %), биотит (1–3 %). Акцессорные минералы – титанит, апатит, рутил, циркон.

Диорит-порфириты – темно-серые, зеленовато-серые породы порфиroidной структуры. Фенокристаллы (10–20 %) представлены андезином и роговой обманкой. Основная масса гипидиоморфнозернистая или призматическизернистая с элементами офитовой структуры сложена олигоклаз-андезином (40–50 %), калишпатом (3–4 %), кварцем (2–7 %), роговой обманкой (15–25 %). Акцессорные минералы – магнетит (0,5–2 %), титанит (0–4,5 %), апатит, рутил, циркон, пирит.

Петрохимические особенности пород большепорожского комплекса района работ отражены на диаграмме, составленной по результатам силикатных анализов (прил. 12). Состав пород указывает на принадлежность их к калиево-натриевой серии дифференцированных низкощелочных, умеренно- и низкокремнекислых пород семейства кварцевых диоритов – тоналитов, гранодиоритов–низкощелочных гранитов (плагиогранитов). В составе щелочей преобладает натриевая составляющая (рис. 31). По петрохимическим признакам породы большепорожского комплекса резко отличны от гранитоидов майнского и джойского комплексов.

Средние значения плотности (2,6–2,7 г/см³), радиоактивности (12–15 мкР/ч). Магнитные свойства пород характеризуются одинаковой дисперсией и зависят главным образом от содержания в них магнетита. Магнитная восприимчивость пород колеблется в широких пределах от 46,8 до $14\,037 \times 10^{-5}$ ед. СИ, а остаточная намагниченность колеблется в пределах $24,7\text{--}10\,823 \times 10^{-3}$ А/м. Магнитные свойства пород выделенных групп характеризуются одинаковой дисперсией и зависят главным образом от содержания в них магнетита. Анализ магнитных полей над породами свидетельствует о том, что основная масса пород практически немагнитная.

На аэрофотоснимках поля развития гранитоидов совместно с ореолом контактового метаморфизма определяются по более светлому фототону, характеру трещиноватости, отсутствию

структурных линий, свойственным вмещающим породам. Одним из дешифровочных признаков является затухание в пределах площади развития гранитоидов некоторых зон разрывных нарушений восточно-северо-восточного простирания, дешифрируемость контактов гранитоидных массивов, вследствие широкого развития гибридных пород и нечетких переходов их в роговики, плохая.

По результатам U-Pb датирования цирконов из гранодиоритов Сизинского массива [29], возраст укладывается в интервал $411,2 \pm 2,7$ млн лет, Ar-Ar – датирование по амфиболу $413,8 \pm 9,7$ млн лет, что свидетельствует о формировании большепорожского комплекса в позднем силуре–раннем девоне. Возраст становления комплекса принимается раннедевонским согласно Легенде Западно-Саянской серии.

С гранитоидами комплекса связаны проявления вольфрама, свинца, литохимические аномалии вольфрама, молибдена, свинца, цинка, меди, серебра, шлиховые потоки рассеяния шеелита и халькопирита [49ф].

Джойский гранитовый (гранит-лейкогранитовый) комплекс представлен биотитовыми двуполевошпатовыми гранитами ($\gamma D_1 d$) и лейкогранитами ($\gamma D_1 d$), которые слагают Джойский (12), Аланский (6), Усть-Кантегирский (13), Клайский (7), условно западную часть Курумьского (8), Пашкинский (16) массивы. Они образуют группу интрузий, характеризующихся единством структурно-тектонического положения, формы, состава, внутреннего строения, металлогении (рис. 29).

Джойский массив (12) является петротипом комплекса (35), неоднократно описан в работах И. К. Баженова (1933, 1934 гг.), О. М. Глазунова (1951 г.), Ф. П. Дудковского (1957, 1958 гг.), Н. Н. Хераскова (1963 г.) и др. Наиболее полные сведения о нем содержатся в работах П. С. Антонова (1973, 1979 гг.) и В. Д. Зальцмана (1983 г.).

Массив расположен по обоим бортам долины р. Енисей в 0,5 км к югу от Саяно-Шушенской ГЭС. Форма массива в плане близка к неправильному овалу с отчетливым удлинением в северо-восточном (35°) направлении. Параметры его 5×13 км, площадь выхода 65 км^2 . Гипсометрические отметки в пределах площади развития гранитов варьируют от 320 до 1300 м. Эрозионный врез достигает 950–1000 м.

В структурном плане Джойский массив располагается в пределах западной части Джебашского антиклинория. Конфигурация контактов резко дискордантна по отношению к линейным структурам вмещающих пород амьельской и изербельской свит. Массив сложен биотитовыми двуполевошпатовыми порфиroidными гранитами. Внутреннее строение интрузива концентрически зональное, что выражается в последовательном увеличении от периферии к центру массива зернистости и порфиroidности пород. Представляется возможным выделение следующих фаций.

1. Равномерно-мелкозернистые граниты периферических частей массива, слагающие узкую 50–200 м полосу вдоль его эндоконтактов. Максимальным развитием они пользуются в северо-западной и юго-западной частях массива, где ширина их выходов достигает 650–1000 м.

2. Мелкозернистые слабопорфиroidные граниты, слагающие следующую от контакта полосу шириной от 250 до 2250 м.

3. Мелко-среднезернистые резкопорфиroidные граниты, окаймляющие ядерную часть массива в виде полосы шириной от 300 до 1000 м.

4. Среднезернистые резкопорфиroidные граниты центральной (ядерной) части массива, которая характеризуется овальной ($2,5 \times 6,2$ км) формой с четким северо-восточным (35°) удлинением, согласным с общим удлинением массива. Ядерная часть вскрывается на наиболее низких (320–800 м) гипсометрических отметках долины р. Енисей и приустьевых частей рек Джой и Джойская Сосновка.

Постмагматические изменения гранитов выразились в их альбитизации, калишпатизации, хлоритизации и окварцевании, иногда слабой грейзенизации. Мощности зон невелики – до 10–20 м, они максимально развиты в западной и северной частях массива, в зонах нарушений северо-восточного простирания.

Характерной особенностью массива является широкое развитие в его пределах даек гранит-порфиroidов ($\gamma D_1 d$), диорит-порфиroidов ($\delta D_1 d$). Мощность их варьирует от 0,5–1,0 до 3–5 м, ориентировка субмеридиональная ($350\text{--}10^\circ$), реже северо-западная ($330\text{--}350^\circ$), падение крутое ($75\text{--}90^\circ$, реже $45\text{--}60^\circ$), контакты резкие, четкие, секущие.

Вмещающими породами массива являются сложнодислоцированные карбонат-серицит-хлоритовые, хлорит-серицит-кварцевые сланцы и метаэффузивы амьельской и изербельской

свит. Контакты гранитов с ними имеют резкий характер волнистых очертаний. Признаков ассимиляции либо замещения пород не отмечено, апофизы и инъекции гранитоидного материала не характерны. Ориентировка контакта по падению в различных частях массива неодинакова. В южной, юго-восточной и восточной частях массива устанавливается погружение гранитов в сторону вмещающих пород под углами 15–50°. Падение западного контакта в правобережье р. Джой, по геофизическим данным, крутое (70–80°), также в сторону вмещающих пород. Северный и северо-западный контакты массива по гравитационному полю уходят в сторону Клайского массива и эти два массива объединяются.

Контактовое воздействие гранитов Джойского массива на вмещающие породы выразилось в образовании ореола 1,5–2,0 км контактовых роговиков общей площадью порядка 50 км². Максимальная ширина их зафиксирована в юго-восточной части массива, минимальная в его юго-западной части. В северо-западном направлении (левобережье р. Джой) поле роговиков резко расширяется. Состав роговиков зависит от исходного состава пород рамы, от положения их относительно кровли и подошвы массива, от удаления от контактов массива. Преобладающим развитием пользуются плагиоклаз-амфибол-эпидотовые роговики по парасланцам, реже встречаются эпидот-плагиоклаз-амфиболовые роговики по эффузивам и биотит-кварцевые роговики по хлорит-серицит-кварцевым сланцам, а также мраморы.

Джойский массив расположен в области магнитной ступени, обусловленной влиянием гипербазитов Борусского массива. По границе массива с вмещающими породами наблюдаются локальные положительные магнитные аномалии интенсивностью 500–1100 нТл, которые соответствуют выходам мощных горизонтов ороговикованных метаэффузивов амьельской свиты. Массив отражается в гравитационном поле как локальная аномалия интенсивностью до –8 мГал, вытянутой в сторону Усть-Кантегирского гранитного массива. Возможно, этот массив является южным окончанием Джойского. В региональном поле силы тяжести он отражается изгибами изоаномал. Контур массива по гравитационному полю больше геологического. Увеличенная вертикальная мощность гранитов расположена в северной части массива и составляет около 4 км, а в ее центральной части оценивается ориентировочно в 2,5–3,0 км.

Характер залегания контактов, распределение субфаций контактового ореола, внутреннее строение массива, особенности магнитного поля, петрохимические данные, закономерности размещения геохимических аномалий свидетельствуют, что Джойская интрузия представляет собой, вероятно, глубоко эродированную лакколитообразную интрузивную залежь, полого наклоненную в юго-восточном направлении под углом 15–25 %.

Джойский массив имеет лито-сидерофильную геохимическую специализацию. Геохимический фон пород массива близок к кларковым, по А. П. Виноградову (1962 г). Однако содержание в них Sr в 2,36 раза выше, а Li в 16 раз, Ba в 14 раз, Zr в 4,2 раза, V, Co, Ga, Y в 3 раза, Zn, Sn в 2,5 раза, Mn и Pb в 2 раза ниже кларкового (прил. 13).

Усть-Кантегирский массив (13) располагается по обоим берегам р. Енисей в 0,5 км выше устья р. Кантегир, форма массива в плане линзовидная, слабоизогнутая, удлинение северо-северо-восточного направления (25–30°), параменты тела – 0,9 × 4,7 км площадь 1,7 км². Массив находится в узле пересечения разрывных нарушений, участвующих в разграничении Борусского ОП. В 0,5 км к северо-западу от него обнажаются граниты Джойской интрузии, а в 0,2 км к юго-востоку – гипербазиты Борусского массива.

Массив сложен однородными мелкозернистыми слабопорфировидными биотитовыми гранитами, соответствующими периферической фации Джойской интрузии. Сложная тектоническая обстановка определила широкое развитие в гранитах массива зон альбитизации мощностью от нескольких до 50 м, участками проявлены окварцевание и слабая грейзенизация. Характерно присутствие многочисленных даек гранит-порфиров, микрогранит-порфиров, реже диорит-порфиритов, ориентированных в субмеридиональном и северо-восточном (10–25°) направлениях. Максимальная их концентрация отмечена в правобережной части массива. Контакты гранитоидов массива в основном тектонические. С севера на правобережье р. Енисей массив граничит с амьельской свитой по Борусскому взбросо-надвику. Вмещающие массив породы абдырской свиты ороговикованы в полосе 0,25–0,5 км. В северном направлении ореол контактового метаморфизма сливается с Джойской интрузией. Состав роговиков аналогичен их составу для Джойского массива. Структурно-тектоническое положение и строение Усть-Кантегирского массива позволяют рассматривать его как выдвинутую по зонам разрывных нарушений краевую, юго-восточную часть Джойской интрузии.

Аланский массив (6) расположен в пределах наиболее возвышенной части хр. Алан, форма массива округлая, близкая к изометричной, площадь его составляет 40 км². Центральные части интрузии располагаются на высотах 1300–1803,4 м, периферические и приконтактовые – на высотах 540–1450 м. В структурном плане массив приурочен к замковой части Кибик-Кордонской антиклинали.

Массив сложен лейкогранитами, внутреннее строение его концентрически зональное. По размерности и степени порфировидности представляется возможным выделение следующих фаций.

1. Мелкозернистые слабопорфировидные лейкограниты периферических частей массива.
2. Мелко-среднезернистые порфировидные и резкопорфировидные лейкограниты, слагающие следующую от контакта полосу шириной от 0,5 до 2,0 км.
3. Мелкозернистые слабопорфировидные лейкограниты, аналогичные фации периферических частей массива.
4. Равномерномелкозернистые лейкограниты центральной части массива в виде неправильно-вытянутого в восточно-северо-восточном (70°) направлении овала размером 2 × 5 км.

Вмещающими породами массива являются сложнислоцированные карбонат-альбит-хлоритовые сланцы и мраморы изербельской свиты. Контакты пород резкие, четкие, секущие, в плане слабоизвилистые. Наблюдается пологое (от 20 до 40°) погружение контакта в сторону вмещающих пород, что отчетливо устанавливается в истоках ручьев Черемуховый и Котлеров.

Ширина ореола контактового метаморфизма – 2,5–4,0 км. В юго-западном направлении ореол резко расширяется, сливаясь с Джойским массивом, общая площадь развития ороговикованных пород превышает выходы гранитов, достигая 50 км² и более.

В пределах ореола контактового метаморфизма широко развиты дайки гранит-порфиров, микрогранитов. Максимальная концентрация даек отмечена на водоразделе рек Селенга, Сойотка, Казанашка, Карлова в 1,5 км к юго-западу от Аланского массива.

На карте магнитного поля массив четко фиксируется изометричной, полукольцевой, отрицательной магнитной аномалией интенсивностью в эпицентре до 100 нТл, раскрытой на север, где развиты немагнитные породы турунташской свиты. Окаймляющая полоса положительных аномалий интенсивностью до +400 нТл (локально до +600–700 нТл) соответствует экзоконтактам интрузии. Граница выхода массива на поверхность проведена по зоне максимального градиента магнитной аномалии. Контакты с вмещающими породами крутые. Над массивом в остаточном поле силы тяжести фиксируется понижение поля до –6 мГал, вытянутого в юго-западном направлении в сторону Клайского массива. Объемная форма Аланской интрузии интерпретируется в виде слабоэродированного куполовидного выступа лакколитообразной залежи, вертикальная мощность которой ориентировочно оценивается в 2 км в восточной части массива с увеличением до 4 км в западном направлении.

Аланский массив имеет сидеро-литофильную геохимическую специализацию. Геохимический фон пород массива близок к кларковым, по А. П. Виноградову (1962 г.). Однако содержание в них Cr, Mo в 2 раза выше, а V в 29 раз, P в 17,4 раза, Ba в 14 раз, Co в 10 раз, Li, Zr, Ti, Ga в 6–5 раз, Mn, B, Zn, Cu в 2,5–3 раза ниже кларкового (прил. 13).

Клайский массив (7) расположен в верховье р. Казанашка, форма массива округлая, близкая к изометричной, площадь его составляет 16 км². Центральные части интрузии располагаются в осевой части Джойского хребта на высотах 1600–1838 м. Массив сложен однородными биотитовыми двуполевошпатовыми гранитами.

Массив фиксируется относительным понижением положительной магнитной аномалии на 100 нТл. В остаточном поле силы тяжести над ним наблюдается отрицательная локальная аномалия амплитудой до 4–6 мГал, вытянутой вкрест простирания вмещающих пород в северо-западном и юго-восточном направлениях в сторону Джойского массива.

К джойскому комплексу условно отнесены породы западной части **Курумысского массива (8)**, представленные однородными мелкозернистыми двуслюдяными гранитоидами, схожими с гранитами Джойского массива. Не отличаются они и петрогеохимической характеристикой. Связь с западной частью описываемого массива шлихового потока рассеяния браннерита, пирохлора, тетрадимита, шеелита указывает на общность слагающих ее пород с гранитами джойской интрузии.

Пашкинский массив (16) располагается в приустьевой части р. Бол. Берёзовая, форма массива в плане линзовидная, простирание северо-восточное (70°), площадь – около 30 км². В структурном плане массив приурочен к прибортовой части Березовской моноклинали.

Массив сложен однородными мелкозернистыми слабопорфировидными лейкогранитами. Вмещающими массив породами являются песчаники и алевролиты карынсугской и манчурекской свит ордовика. Контакты их с гранитами резкие, четкие, в плане слабоизвилистые, в юго-восточной части круто погружающиеся в сторону вмещающих пород. Ширина ореола контактового метаморфизма вдоль юго-восточного контакта не превышает 0,25 км, северо-западного варьирует от 0,3 до 1,0 км. Контактный метаморфизм выразился в осветлении пестроцветных терригенных пород и образовании мусковит-биотит-эпидот-кварц-плагиоклазовых узловатых роговиков.

Выходам гранитов Пашкинского массива соответствует локальное слабоградиентное повышение магнитного поля (ΔT). В остаточном поле силы тяжести над ним наблюдается отрицательная до -6 мГал локальная аномалия.

По результатам моделирования, массив имеет границы значительно шире, чем его выход на поверхность. Северный контакт горизонтально уходит на север под вмещающие породы на 2,5 км, а затем вертикально на глубину. Вертикальная мощность массива – около 5 км. Средняя плотность массива при моделировании принята равной $2,58$ г/см³.

Пашкинский массив имеет халько-сидерофильную геохимическую специализацию. Средние содержания основных элементов близки к породным кларковым, однако Zr в 2,8 раза выше, Ba в 5 раз, Li в 2,6 раза, Co в 2 раза ниже кларкового.

Массивы джойского комплекса Енисейской группы представляют собой, вероятно, совокупность эшелонированных по глубине интрузивных залежей, наиболее эродированной из которых является Джойский массив.

Дайковые образования, связанные с интрузиями джойского комплекса, представлены гранит-порфирами, микрогранитами, диорит-порфирами. Максимальным развитием пользуются в пределах восточной и северной частей Джойского и Усть-Кантегирского массивов, на удалении до 10–11 км от их контактов. Мощности даек варьируют от 0,3 до 3,5–5,0 м, протяженность – от первых десятков до 100–200 м, мощность даек кислого состава может достигать 15–20 м, по простиранию прослеживается до 500–700 м. Контакты даек резкие, четкие, прямолинейные. В дайках среднего и основного составов проявлены зоны эндоконтактовой закалки мощностью 0,1–0,3 м. Экзоконтактовых изменений во вмещающих дайки гранитах и роговиках не отмечено. Форма даек линзо- и пластинообразная, для даек основного и среднего составов отмечены ветвящиеся и седловидные формы. Простирание даек субмеридиональное: $10-15^\circ$, $340-0^\circ$.

Основные разновидности пород джойского комплекса представлены двуполевошпатовыми биотитовыми гранитами и лейкогранитами.

Биотитовые граниты розовато-серые, текстура массивная, структура порфировидная, реже равномернозернистая. Порфировидность пород обусловлена присутствием (до 27 %) таблитчатых фенокристаллов калишпат-пертита размером до 40 мм. Состав гранитов (%): кварц 29–35, плагиоклаз 30–35, калиевый полевой шпат 23–35, биотит 3–7. Кварц бесцветный, прозрачный, ксеноморфный. Плагиоклаз идиоморфный, зональный, ядерная его часть представлена олигоклаз-андезином An_{30-40} , периферическая олигоклазом An_{12-18} , иногда отмечается каемка альбита An_{4-8} . Калиевый полевой шпат идиоморфный представлен в основном пертитом, очень редко отмечается микроклиновидная решетка. В фенокристаллах наблюдаются более поздние включения кварца, плагиоклаза, пелитизация калишпат-пертита, хлоритизация биотита. Акцессорные и рудные минералы представлены магнетитом (2100 г/т), ильменитом (356 г/т), цирконом (24 г/т), моноцитом (9 г/т), апатитом (2 г/т), гематитом, рутилом, лейкоксеном, пиритом [43].

Лейкограниты отличаются высокими содержаниями кварца (37 %), калишпат-пертита (32–35 %), и циркона (30–39 г/т), меньшими содержаниями плагиоклаза (25–27 %), биотита (2 %), магнетита, ильменита, монацита (ед. зн.). Шлиховым опробованием аллювия р. Сойотка выявлены касситерит и колумбит [43].

Гранит-порфиры характеризуются зеленовато- и розовато-серой окраской, текстура породы массивная, структура порфировидная, структура основной массы гипидиоморфнозернистая с элементами микросферолитовой и микрогранитовой. Фенокристаллы составляют от 5 до 20 % общего объема породы, представлены кварцем, зональным плагиоклазом, калиевым полевым шпатом и биотитом. Акцессорные представлены титанитом, рутилом, апатитом, цирконом, ортитом, фергусонитом, флюоритом.

Диорит-порфиры окрашены в зеленовато-серые тона, текстура массивная, структура порфировидная, структура гипидиоморфнозернистая и призматическая. Фенокристаллы плагиоклаза и роговой обманки составляют 5–15 % общего объема. Основная масса сложена андезин-

лабрадором (50–55 %) и роговой обманкой (30–35 %), акцессорные и рудные представлены магнетитом (5–7 %), пиритом (1 %), апатитом (ед. зн.).

Метасоматические изменения гранитов проявлены в виде альбитизации, калишпатизации, грейзенизации, хлоритизации и окварцевания. Альбитизация широко развита в Джойском и Усть-Кантегирском массивах, вдоль тектонических нарушений северо-восточного простирания. Макроскопически выражается в отбеливании гранитов и их перекристаллизации с образованием мелкозернистых структур. Под микроскопом устанавливается замещение калиевого полевого шпата альбитом по спайности, по трещинам отдельности и катаклаза.

Калишпатизация выражается слабо в пределах Джойского и Аланского массивов в замещении плагиоклаза калиевым полевым шпатом, что обуславливает ярко-красный цвет лейкогранитов. Новообразованные кристаллы калиевого полевого шпата отличаются свежестью и отсутствием пертитовых вростков альбита.

Грейзенизация выражается в частичной серицитизации полевых шпатов и полной мусковитизации биотита в западной части Курумьского массива.

Хлоритизация фиксируется по появлению в лейкогранитах зеленовато-серой окраски, за счет хлоритизированного биотита и сосюритизированного плагиоклаза в Пашкинском массиве, в узлах пересечения разломов северо-восточного и восток-северо-восточного простираний.

Окварцевание в большинстве случаев проявляется совместно с альбитизацией и характерно для Джойского, Усть-Кантегирского и Пашкинского массивов. Процесс протекает с образованием прожилков (мощностью до 0,6 м) и жил (0,6–2,0 м) кварца.

Породы контактового метаморфизма характеризуются зеленовато-серыми, темно-серыми, темно-зелеными тонами окраски. Текстуры пород полосчатые, линзовидно-полосчатые, структуры нематогранобластовые, нематобластовые и лепидогранобластовые. Минеральный состав зависит от местоположения их относительно контактов массивов. По парасланцам плагиоклаз-карбонат-хлоритового состава образуются роговики: плагиоклаз-амфибол-эпидотового, эпидот-амфибол-плагиоклазового с гранатом, эпидот-амфибол-плагиоклазового, биотит-амфибол-плагиоклазового и пироксен-кордиерит-плагиоклазового составов. По парасланцам серицит-хлорит-кварцевого состава образуются биотит-кварцевые роговики. По метаэффузивам амьельской свиты образуются эпидот-плагиоклаз-амфиболовые роговики. Роговики ореола Пашкинского массива имеют темно-серый цвет, состав мусковит-биотит-эпидот-плагиоклазовый.

Петрохимические особенности пород джойского комплекса отражены на диаграмме (рис. 31), соответствуют граниту (по Р. Дэли), несколько отличаясь только пониженным содержанием анортитовой составляющей и большей лейкократовостью. Породы Джойского, Усть-Кантегирского и Курумьского массивов относятся к семейству гранитов, умереннощелочных гранитов, Аланского и Пашкинского массивов – к семейству лейкогранитов. Содержание суммы щелочей (7,1–8,5 %) (прил. 12).

Геохимическая специализация гранитов джойского комплекса (табл. 2) заключается в более высоких, по сравнению с кларковыми, содержаниях никеля, хрома, ниобия, молибдена, и более низких – ванадия, галлия, циркония, лития, марганца и бария. Основные массивы джойского комплекса характеризуются следующими геохимическими коэффициентами [49ф].

Таблица 2

Геохимические коэффициенты джойского комплекса

Гранитные массивы	Геохимические коэффициенты					
	T	F	R	M	S	R/F
Джойский	0,00961	0,01029	0,01105	0,00082	0,01355	1,074
Аланский	0,00130	0,00481	0,01628	0,00176	0,01488	3,380
Пашкинский	0,01870	0,00832	0,01260	0,00174	0,01050	1,514

Значение R/F, указывающее на степень эродированности массивов, для пород Аланского массива в 3 раза выше, чем для гранитов Джойской нитрузии.

При этом устанавливается четкая редкометалльная специализация лейкогранитов Аланского массива, а также повышенное содержание в них редкоземельных и халькофильных элементов и резко пониженное – элементов группы железа и рассеянных элементов (табл. 3).

Содержание редких и редкоземельных элементов (г/т) в гранитах джойского комплекса по массивам
(С. Н. Руднев, Г. А. Бабин и др., 2009)

Элементы \ Номер пробы	Аланский		Джойский	
	Б-243	РС-41	1815/83	
Rb	421	94	122	
Sr	8	162	108	
Ba	30	552	230	
Y	84	14,2	14,7	
Zr	100	64	84	
Hf	4,60	2,24	3,30	
Nb	19,7	14,3	25,7	
Ta	5,0	1,4	1,6	
Th	38	9,4	12,6	
U	11,9	0,4	2,0	
La	18,2	24,3	25,8	
Cl	38,2	41,0	43,5	
Pr	1,8	5,18	–	
Nd	22,6	19,3	20,4	
Sm	6,10	3,79	4,60	
Eu	0,17	0,94	0,82	
Gd	6,50	3,21	3,70	
Tb	1,30	0,52	0,60	
Dy	–	2,86	–	
Ho	–	0,60	–	
Er	–	1,66	–	
Tm	–	0,29	–	
Yb	8,2	1,68	2,20	
Lu	1,38	0,27	0,32	

Содержание редких и редкоземельных элементов выполнены нейтронно-активационным методом в ИГМ СО РАН (г. Новосибирск).

По средним значениям плотности (2,53–2,66 г/см³) граниты достаточно однородны. Магнитная восприимчивость варьирует в широких пределах от 0 до 3375×10^{-5} ед. СИ, остаточная намагниченность от 74,6 до 2043×10^{-3} А/м. Наименьшими значениями магнитной восприимчивости характеризуются граниты Джойского массива. Относятся преимущественно к слабомагнитным породам.

Граниты джойского комплекса характеризуются умеренно низкой радиоактивностью 14–24 мкР/ч. На этом фоне резко выделяются лейкограниты Аланского массива, отличающиеся значительной дисперсией значений радиоактивности пород от 23 до 60 мкР/ч, что обусловлено высоким содержанием в них активных аксессуаров (циркона, ураноторита, браннерита, фергусонита). Весьма неравномерна радиоактивность даек гранит-порфиров – от 19 до 50 мкР/ч.

Границы массивов обычно хорошо дешифрируются по структурно-денудационному уступу или перегибу рельефа и резкой смене характерных признаков – рельефа, мелких структурных элементов, фототона.

Нижняя их возрастная граница в пределах изученного района устанавливается по прорыву ордовикских отложений карынсугской и манчурекской свит. По U-Pb изотопным исследованиям цирконов из гранитов Джойского массива возраст составляет $413,7 \pm 4,9$ млн лет, а Ar-Ar датировка Аланского массива по биотиту – $394,1 \pm 1,1$ млн лет (рис. 32, прил. 8). По U-Pb изотопным исследованиям цирконов из гранитов Аланского массива, полученным при ГДП-200 [73ф], возраст составляет $408 \pm 4,5$ млн лет. По U-Pb изотопным исследованиям цирконов из гранитов Джойского массива, полученным при ГДП-200 [73ф], возраст составляет $412 \pm 4,6$ млн лет. Воз-

раст становления комплекса принимается раннедевонским, что согласуется с Легендой Западно-Саянской серии.

Металлогенетические особенности джойского комплекса в изученном районе определяются приуроченностью к ним проявлений и литохимических аномалий меди, редких и рассеянных элементов (вольфрама, ниобия, молибдена, бериллия, лантана, висмута, иттрия), при этом минерализация меди сопровождается повышенными содержаниями золота и серебра. Промышленные месторождения металлов, связанные с интрузиями джойского комплекса, не установлены. Граниты Джойского и Аланского массивов выгодно отличаются от других образований района высокой блочностью и декоративностью. Граниты Аланского массива являются объектом добычи в качестве декоративно-облицовочного материала [49ф].

Чилано-тимиртасские субвулканические образования входят в состав одноименного андезит-базальтового комплекса и представлены серией даек габбро-порфиритов ($v\pi D_1 \dot{c}l - tm$), диорит-порфиритов ($\delta\pi D_1 \dot{c}l - tm$), сиенит-порфиритов ($\xi\pi D_1 \dot{c}l - tm$) и андезит-порфиритов ($\alpha\pi D_1 \dot{c}l - tm$), ограниченно развитых в поле распространения тимиртасской свиты раннего девона и являющиеся ее субвулканическими комагматами. Мощность даек достигает 10 м, протяженность 500 м, падение крутое ($75-90^\circ$), ориентировка преимущественно северо-восточная ($10-60^\circ$), реже северо-западная ($300-350^\circ$).

Габбро-порфириты – породы темного цвета, имеющие порфировую структуру и массивную текстуру. Основная масса габбро-порфиритов сложена плагиоклазом (10–40 %), титан-авгитом (20–45 %) и кварцем (2–3 %). Микроструктура основной массы пилотакситовая, микролитовая, гиалопилитовая, микроофитовая. Характерный облик пород обусловлен присутствием в порфировых выделениях субпараллельно ориентированных лейст лабрадора размером 0,6–2,5 см. Плагиоклаз сосюритизирован и серицитизирован. Титан-авгит псевдоморфно замещается базальтической роговой обманкой и мелкочешуйчатым хлоритом. Аксессуары представлены титаномагнетитом, ильменитом, апатитом. Размер зерен основной массы – 0,1–0,5 мм.

Диорит-порфириты более светлые породы, представленные биотит-роговообманковыми разностями. Состав пород (%): плагиоклаз-андезин (30–45), роговая обманка (20–40) и биотит (до 18). Микроструктура основной массы – гипидиоморфнозернистая, реже – офитовая.

Сиенит-порфиры – розовая, розовато-серая порфировая гипабиссальная умереннощелочная порода, состоящая из фенокристаллов (5%) кислого плагиоклаза и основной массы (95%). Плагиоклаз вкрапленников имеет широкотаблитчатую форму, размер до 0,5–0,8 мм, полисинтетически сдвойникован, частично пелитизирован. Основная масса состоит из преимущественно субпараллельных лейст альбита длиной до 0,5 мм, промежутки между которыми заполнены альбитом (0,1–0,05 мм) и рудным минералом. Аксессуары и рудные минералы – апатит, титаномагнетит, магнетит, ильменит, титанит, циркон. По химическому составу порода соответствует щелочным сиенитам – трахитам, с высоким содержанием глинозема и щелочей, в составе которых натрий резко преобладает над калием ($Na_2O = 7,43\%$, $K_2O = 0,48\%$), при содержании $Al_2O_3 = 18,34\%$, т. е. порода лейкократовая (прил. 12).

Андезит-порфириты – цвет серый до темно-серого, структура порфировая, текстура массивная. Во вкрапленниках мелкие прямоугольные кристаллы среднего плагиоклаза серого и зеленовато-белого цветов. Основная масса (85 %) тонкозернистая фельзитовая. Местами в ней наблюдаются субпараллельно ориентированные микролиты плагиоклаза, что приближает структуру породы к пилотакситовой. По химическому составу порода с высоким содержанием глинозема ($Al_2O_3 = 18,34\%$), в составе которой натрий резко преобладает над калием (прил. 12).

Химический состав даек представлен в прил. 12. По петрохимическим особенностям описанные породы резко отличаются от даек джойского и большепорожского комплексов высокими содержаниями K_2O (от 1,75 до 2,1 %), SiO_2 (50,8–52,2 %) и пониженными TiO_2 . Отличительной чертой описываемых пород является их высокая радиоактивность (от 14 до 25 мкР/ч).

По петрографическим, петрохимическим особенностям они схожи с породами нижнедевонских субвулканических фаций Южно-Минусинской впадины. Возраст субвулканических образований, как и эффузивов тимиртасской свиты, принят раннедевонским.

ТЕКТОНИКА

Площадь расположена в Алтае-Саянской складчатой области (АССО) в зоне сочленения Южно-Минусинской наложенной впадины (ЮМВ) со структурами Западно-Саянской складчатой системы (ЗСС). Современная тектоническая структура региона трактуется как область интенсивного тектонического сучивания, состоящая из разномасштабных и разновозрастных аллохтонов, где пространственно совмещены разновозрастные комплексы пород, сформированные в различных геодинамических обстановках. Выделяются три структурных этажа: раннекаледонский, позднекаледонский, герцинский.

Раннекаледонский структурный этаж сложен интенсивно деформированными формациями верхнего рифея–нижнего кембрия в Джебашском антиклинории (III), в Северо-Саянском антиклинории (IV), а также в структурах аллохтона: Борусском (I) и Северо-Саянском (Изыхском) (II) офиолитовых поясах. Для структур, сложенных раннекаледонскими образованиями, характерно чешуйчато-надвиговое строение. Фрагменты линейных пликативных структур наблюдаются лишь внутри отдельных тектонических пластин. Раннекаледонский структурный этаж заканчивается вулканогенно-терригенной формацией нижнего кембрия в Северо-Саянском антиклинории. Все структуры сочленяются по крупным тектоническим нарушениям.

Позднекаледонский структурный этаж сложен карбонатно-терригенной формацией манчурекской и карынсукской свит верхнего ордовика в Центрально-Западно-Саянском синклинории (V) и гранитовой формацией большепорожского и джойского комплексов коллизионных зон в Джебашском антиклинории, характеризующую тектоно-магматическую среднепалеозойскую активизацию. Соотношения с раннекаледонидами тектонические, с герцинидами – по Саяно-Минусинскому (I) надвигу.

Образования *герцинского структурного этажа*, широко представленные в пределах Южно-Минусинской впадины (VI), сформированы в обстановке рифтогенных прогибов. Нижняя часть структурного этажа сложена базальт-андезитовой формацией нижнего девона (тимиртаская свита) зоны тылового рифтогенеза. Образования верхнего яруса среднедевонского–раннепермского возраста Южно-Минусинской впадины залегают с угловым несогласием на образованиях тимиртаской свиты. При этом глубина залегания раннекаледонского складчатого фундамента в пределах Южно-Минусинской впадины, по геофизическим данным, 2,8–5,2 км. Характер гравитационных полей свидетельствует о преобладании в составе фундамента Южно-Минусинской впадины терригенно-карбонатных пород.

Основные особенности тектонического строения изученной территории [49ф].

1. Закономерное увеличение мощности земной коры в юго-юго-восточном направлении от 48 до 54 км, в т. ч. «базальтового слоя – от 28 до 31 км», гранитно-метаморфического слоя – от 20 до 24 км, что находит свое выражение в гравитационном поле (ГФО) [73ф].

2. Сложное тектоническое сопряжение разновозрастных и контрастных в формационном отношении структурно-формационных зон.

3. Восток-северо-восточная (60–80°) генеральная ориентировка практически всех структурных элементов района, при преобладающем крутом (70–85°) юго-юго-восточном их погружении.

4. Резко выраженный линейный тип складчатости венд-нижнепалеозойских образований.

5. Предопределяющую роль в формировании структурно-тектонического плана и размещении интрузивных образований района играют долгоживущие разрывные нарушения ВСВ и субширотного направлений – Саяно-Минусинский надвиг (1), Северо-Саянский надвиг (2), Борусский взбросо-надвиг (3) и Голованский взброс (4).

Борусский офиолитовый пояс (I) представляет сложнопостроенную, линейную структуру восточного–северо-восточного простирания, рассекающую Джебашско-Амыльскую СФЗ в ее

центральной части (хр. Борус). Протяженность пояса в пределах района составляет 72 км при ширине от 5 до 11 км (минимальной в междуречье Голубая–Абдыр, максимальной в бассейне р. Кантегир). Северо-восточнее площади он сопрягается с Северо-Саянским (Изыхским) офиолитовым поясом. Ограничениями Борусского офиолитового пояса (ОП) является Борусская система взбросо-надвигов (3) с юго-юго-восточным ($50\text{--}70^\circ$) падением сместителя, нарушенная диагональными разрывными нарушениями сбросового характера, северо-восточного ($20\text{--}40^\circ$) направления, из которых наиболее крупным является Голубинский разлом (5). В строении Борусского ОП участвуют: полимиктовый меланж, вулканогенно-карбонатно-терригенные осадки абдырской и турунташской толщ, гипербазиты и габброиды борусского комплекса. Гранитоиды большепорожского комплекса рвут фланги пояса, залечивая тектонические структуры его ограничения. Стратифицированные и габбро-гипербазитовые образования отвечают нарушенному разрезу океанической коры II типа [12], океанического ложа с элементами островов (ОО) и срединно-океанических хребтов (СОХ).

В составе Борусского ОП выделяются Главная (1) и Кашкаретская (2) пластины.

Специфическими образованиями ОП являются узкие немасштабные зоны полимиктового и серпентинитового меланжа, широко развитые в бассейне р. Кантегир и р. Бол. Кашкарет. В подошвах зон присутствуют мономиктовые серпентинитовые брекчии мощностью от первых десятков метров до 100–150 м, с серпентинитовыми телами сложной формы, содержащими разновеликие отторженцы вмещающих пород. Наиболее крупным меланжем такого типа является Кашкаретская пластина (2).

На основании анализа поперечного сечения офиолитового пояса устанавливается его асимметричное строение [49ф]:

– стратифицированные образования пользуются преимущественным развитием в его юго-восточном обрамлении, наблюдается последовательное с севера на юг наращивание их разреза. Одновременно появляются габброидные тела, рассматриваемые в качестве верхних частей разреза офиолитовой ассоциации;

– в структурах юго-восточного обрамления тектонические зоны сопровождаются процессами натриевого (жадеиты, альбититы, кварц-альбитовые метасоматиты), кальциевого (нефриты, тремолититы, родингиты) метасоматоза, лиственитизацией, оталькованием. В северном крыле пояса выражены милонитизация и будинаж, сопровождающиеся слабым окварцеванием, карбонатизацией, оталькованием, в единичных случаях лиственитизацией.

На отдельных участках юго-восточного обрамления Борусского ОП устанавливаются фрагменты сильно редуцированных мелких линейных складчатых структур (междуречье Кантегир–Енисей, бассейн р. Таловка, истоки р. Мал. Абдыр). Размеры их варьируют от 0,8 до 12 км, ориентировка осей восток-северо-восточная, согласная простиранию пояса, осевые плоскости большей частью круто погружаются в юго-юго-восточном направлении. Форма складок в поперечном сечении асимметричная, иногда запрокинутая в северо-западном направлении. Падение пород на крыльях крутое ($65\text{--}80^\circ$, реже $60\text{--}65^\circ$). Крылья структур осложнены мелкоамплитудными дополнительными складками, широко проявлена плейчатость.

Борусский ОП находит свое выражение в линейных зонах аэромагнитных аномалий. Детали его строения отражены на схеме интерпретации [73ф]. В гравитационном поле он практически не отражается. Учитывая, что в пределах пояса сосредоточена большая часть высокоплотностных пород изученного района (дуниты, гарцбургиты, габброиды, вулканиты турунташской и абдырской толщ), это обстоятельство свидетельствует о незначительной глубине их вертикального распространения (до 2 км) и образования Борусского ОП должны находиться в аллохтонном залегании. Пояс в целом можно рассматривать в качестве фрагмента более крупного покрова, сохранившегося в грабенообразной структуре.

В пределах Борусского ОП сосредоточен основной объем разнообразных полезных ископаемых района (хризотил-асбест, жадеит, нефрит, хромит, тальк). Их распределение увязывается с элементами тектонического строения пояса.

Северо-Саянский (Изыхский) офиолитовый пояс (II) расположен в северной части изученного района, представляет собой линейную структуру восточного-северо-восточного простирания, в строении которой принимают участие вулканогенно-осадочные образования турунташской толщи венда–раннего кембрия, клипы габброидов и гипербазитов борусского комплекса (рис. 29). С севера они граничат с карбонатно-терригенными отложениями чеханской и верхнемонокской свит, вулканогенными отложениями нижнемонокской свиты нижнего

кембрия, с юго-востока – с метапородами джебашской серии венда–раннего кембрия. Границами их раздела служат зоны Северо-Саянского надвига (2) с восточным-северо-восточным простиранием (60–65°), с крутым (60–75°) юго-юго-восточным падением, ступенчато смещаемые секущими разрывными нарушениями северо-восточного (30–40°) простирания. Строение изученной части офиолитового пояса в поперечном сечении чешуйчатое, что наиболее отчетливо проявлено в зоне Северо-Саянского надвига, вмещающего гипербазит-габбровые клипы.

Изыхские клипы офиолитов (5) маркируют промежуточную шовную зону, по которой, видимо, произошло замыкание тылового бассейна, и являются фрагментом Северо-Саянского офиолитового пояса (сутуры). Они граничат с севера с Северо-Саянским антиклинорием, а с юга с Джебашским антиклинорием по системе надвигов зоны Северо-Саянского разлома (2). Клипы представляют собой фронтальную часть, тектонически переработанную в процессе перемещения аллохтонной пластины в коллизионный этап развития района. Состоят из пакета чешуй северо-восточной ориентировки, сложенных породами офиолитовой ассоциации, сформированными в зоне океанических спредингов, в условиях срединно-океанических хребтов. Породы турунташской толщи смяты в крутые линейные складки, ориентированные параллельно ограничивающим зону швам, с падением крыльев круто к северу – 70–80° и в южных румбах – 60–70°.

Сопоставление структур Северо-Саянского (Изыхского) и Борусского офиолитовых поясов указывает на существенно меньшую нарушенность первого. На схеме гравитационных аномалий площади развития габброидов и гипербазитов Северо-Саянского (Изыхского) ОП соответствует линейная положительная аномальная зона интенсивностью 10–15 мГал. Структурный план предопределен зоной Северо-Саянского разлома.

Вулканогенно-осадочные образования турунташской толщи слагают крупную Бибицкую синклинальную структуру (3), шарнир которой погружается в восточном–северо-восточном (65–70°) направлении. Центриклинальное замыкание структуры устанавливается по карбонатной толще верхней части разреза. Размах крыльев структуры достигает 5–7 км, южное крыло при этом в значительной мере редуцировано. Крылья осложнены дополнительными сопряженными складками высоких порядков (амплитуда складок от 0,2–0,4 км до 1–1,5 км). Оси их резко виргируют от северо-восточного (30–40°) до юго-восточного (110–120°). Падение пород на крыльях крутое (60–80°). Вблизи зоны Северо-Саянского разлома иногда устанавливается опрокинутое залегание слоев.

Джебашский антиклинорий (III) представляет собой сложнопостроенный бескорневой аллохтон. Он занимает 30 % изучаемой территории, прослеживается от верховьев р. Джой на западе до верховьев р. Бол. Берёзовая на востоке, на расстояние более 150 км при ширине до 35 км. Простирание восток-северо-восточное (70–80°). С севера он граничит с Северо-Саянским (Изыхским) офиолитовым поясом по Северо-Саянскому надвигу. Осевая часть антиклинория находится между двумя ОП (Северо-Саянским и Борусским), а юго-восточное крыло сложено сложнопостроенным разрезом амьельской свиты, создающей Абдырскую моноклинали (8). В пределах Джебашского антиклинория широко развиты гранитоидные массивы джойского (Джойский, Аланский, Курумысский, Клайский) и большепорожского (Сизинский, Кантегирский) комплексов.

Джебашский антиклинорий сложен однообразными, дислоцированными пара- и ортосланцами джебашской серии венда–нижнего кембрия. По составу серия отвечает карбонатно-глинистой и базальт-кремнисто-глинистой формациям активной окраины континента, мощность которой превышает 5 км. Внутреннее строение серии расшифровывается только благодаря прослеживанию маркирующих горизонтов мраморов изербельской, метаэффузивов амьельской свит. Основание серии не вскрыто, соотношения с другими стратифицированными образованиями района тектонические. Породы смяты в линейные, почти изоклиналильные складки с падением крыльев на северо-запад с углами 80° и на юг-восток 60–70°, во фронтальной части они запрокинуты на северо-запад, что указывает на движение в этом направлении.

Подавляющее большинство исследователей (Л. П. Зоненшайн, 1963; А. А. Моссаковский, 1959; В. В. Сурков, 1973 и др.) определяют структуру как антиклинорий, горст-антиклинорий или выступ комплекса основания. Н. Н. Херасков (1979 г.) предполагал синклинорное строение. По составу и положению в структуре Западного Саяна антиклинорий представляет собой зону зеленосланцевого метаморфизма, располагающуюся между островодужными образованиями Северо-Саянского антиклинория (IV), с одной стороны, и слабо метаморфизованными

флишоидными отложениями Центрально-Западно-Саянского синклинория (V) с другой, исключая площади офиолитовых поясов. Наиболее низкие части разреза джебашской серии приурочены к северной части антиклинория. Максимальное развитие ее верхов отмечается в южной части антиклинория. Последовательное, с севера на юг, погружение структур указывает на моноклинальное погружение в юго-юго-восточном направлении аккреционной призмы (АП₁, АП₂) метаспороид Джебашского антиклинория на фоне изоклинально-чешуйчатого внутреннего строения, определяющегося сложным сочетанием разнопорядковых пликтивных, субсогласных и секущих дизъюнктивных структур [49ф].

В пределах площади Джебашского антиклинория выделяются следующие наиболее крупные сопряженные структуры третьего порядка: антиклинали – Кибик-Кордонская (6); Калганская (7); синклинали – Джойская (9), Казанашкинская (10). Строение структур однотипно, форма их линейная, протяженность варьирует от 12 до 40 км, размах крыльев от 2,5 до 5 км, простирание осей восточно-северо-восточное (60–80°), осевые плоскости круто (70–85°) погружаются в юго-северо-восточном направлении. Наблюдается слабая ундуляция шарниров по простиранию структур. Вблизи Сизинского и Курумьского гранитоидных массивов отмечена виргация складок в северо-восточном 30–40° направлении. Форма структур в поперечном сечении асимметричная, замковые части килевидные, гребенчатые, нередко они редуцированы разрывными нарушениями. Крылья структур осложнены многочисленными складками высоких порядков с амплитудой от первых десятков и сотен метров до 0,8–1,2 км. Характерна мелкая, дисгармоничная гофрировка слоев и микроплойчатость. По соотношению шарниров мелких складок представляется возможным выделить не менее четырех разновозрастных генераций пластических деформаций [49ф]. В крупных обнажениях по ориентировке мелких складок устанавливается пологое залегание слоев, в то время как преобладающее падение метаморфической полосчатости и сланцеватости создают ложное впечатление крутого моноклинального залегания пород. Значения углов падения метаморфической полосчатости, сланцеватости, а также контактов литологически разных пород варьируют в пределах 70–80°, реже 50–65°. На отдельных участках устанавливаются флексуорообразные развороты элементов залегания согласно секущим разрывным нарушениям северо-восточного (20–45°) направления. Опрокидывание осевых плоскостей структур устанавливается по обратному соотношению пород в разрезе метабазитов, кварцевых сланцев и мраморов. Наиболее напряженная складчатость и опрокидывание структур в северо-западном направлении характерны для Борусского офиолитового пояса в полосе шириной от 3–4 до 8 км.

Располагающиеся в пределах Джебашского антиклинория гранитоидные массивы большепорожского комплекса (Сизинский) конкордантны его структурам, а массивы джойского комплекса (Джойский, Аланский, Клайский, Курумьский) – дискордантны. Отмечается приуроченность Аланского, Клайского массивов к ядрам Кибик-Кордонской и Джойской антиклиналей.

Северо-Саянский антиклинорий (IV) как фрагмент Северо-Саянской вулканической островной дуги представляет собой крупный бескорневой аллохтон при ширине от 10 до 13 км. На севере по Саяно-Минусинскому надвигу он граничит с Южно-Минусинской впадиной, на юге граничит с Северо-Саянским (Изыхским) офиолитовым поясом по Северо-Саянскому надвигу. В строении антиклинория преобладают породы ранних стадий развития энсиматической вулканической островной дуги – нижнемонокской свиты формации натриевых базальтов – риолитов (ОД₁Є₁) и комагмагматичные им интрузивные породы майнского комплекса габбро-тоналит-плагиогранитной формации (ОД₂Є₁), вулканогенно-терригенно-карбонатные образования верхнемонокской и чеханской свит (ОД₃Є₁). К западной части антиклинория приурочен крупный Табатский (1) массив майнского комплекса, подошва которого, по геофизическим данным, залегает на глубине до 4 км [71ф]. Линейно-вытянутый Енисейский (2) массив второй фазы комплекса расположен вдоль Саяно-Минусинского надвига, представляющий собой дискордантный лакколлит с гребневидными акмолитовыми апофизами. Мощность плутона, по геофизическим данным, колеблется от 1,5 до 4 км.

Центрально-Западно-Саянский синклинорий (V) представлен в пределах листа территории своей крайней северной частью, располагающейся в междуречье Таловка–Бол. Медянка–Бол. Татарка–Головань–Абдыр–Мал. Берёзовая–Бол. Берёзовая. С Джебашским антиклинорием сопрягается по Голованскому взбросу (4).

В строении синклинория участвуют ордовикские терригенные отложения карынсугской и манчурекской свит и интрузивные тела джойского комплекса (Пашкинский массив). Страти-

фицированные образования прослеживаются на юго-запад за пределы площади на расстояние около 50 км при ширине более 7 км. Простирается структура восток-северо-восточное. В восточном направлении она является открытой. Северо-западное и северное крылья структуры редуцированы, падение пород на крыльях крутое. Опрокинутые залегающие породы устанавливаются на отдельных участках вблизи северного ограничения структуры Голованским взбросом (4). Структура осложнена дополнительными линейными складками с размахом крыльев от 0,3 до 1,5 км, простирающиеся осей варьирует от северо-восточного (50°) до субширотного, осевые поверхности испытывают погружение в юго-юго-восточном направлении. Осложняющими структуру являются многочисленные сближенные субширотные разрывные нарушения, обусловившие проявления в породах густой сети квиважных трещин.

Южно-Минусинская впадина (VI) сформирована в обстановке рифтогенных прогибов. Нижняя граница вулканогенно-терригенных образований раннего девона, которые формируют Сабинский грабен (темиртасская свита), тектоническая, верхняя – стратиграфически несогласная с разрывом и налеганием пород красноцветной терригенной и терригенно-карбонатной формации средне-позднедевонского возраста (толтаковская–тубинская свиты). Завершается разрез породами раннекаменноугольной (быстрянская–подсиньская свиты) терригенно-пирокластической формации, средне-позднекаменноугольной–ранней пермской (соленозерская–белоярская, нарылковская свиты) угленосно лимнической формации. В пределах Южно-Минусинской впадины образования среднедевонского–раннепермского возраста образуют крупные брахиформные и мульдообразные складки: Бейская мульда (16), Новомихайловская антиклиналь (17), Новотроицкая антиклиналь (19), Черноозерская синклинали (20), Катаморская моноклиналь (22), Грязнинская антиклиналь (21), Очурская антиклиналь (18). В поле силы тяжести Южно-Минусинской впадины отражен ряд локальных аномалий от –3 мГал в районе Бейской мульды и до –6 мГал в Новомихайловской антиклинали. Все складки имеют пологие днища, осложненные перегибами, и крутые крылья. Углы падения южных крыльев более крутые (до 60–70°), а северных – более пологие (15–45°). Размах крыльев – от 6 до 10 км при длине складок до 10 км. Черноозерская синклинали и Новотроицкая антиклиналь разделены узким (5 км) перегибом протяженностью более 45 км.

Разрывные нарушения

Главная роль принадлежит зонам разрывных нарушений Саяно-Минусинского (1), Северо-Саянского (2), Боруасского (3) региональных разломов (структурных швов). Широко развиты дискордантные разрывные нарушения северо-восточного (20–40°) простираения, предопределяющие блоковое строение площади и контролирующее размещение дайковых образований.

Саяно-Минусинский надвиг (1) протяженностью более 90 км разграничивает две крупные региональные структуры: Северо-Саянский антиклинорий и Южно-Минусинскую впадину (ЮМВ). В рельефе выражен четким уступом. В его фронтальной части наблюдается зона интенсивно милонитизированных и брекчированных, часто альбитизированных и окварцованных пород шириной от нескольких десятков до первых сотен метров. Породы автохтона в пределах ЮМВ интенсивно дислоцированы, иногда запрокинуты к северу. Плоскость сместителя волнистая, участками дислоцирована при возобновлении движений в процессе последующих активизаций. Падение сместителя на юг под углами 35–70° во фронтальной части с глубиной выполаживается до 25°. В физических полях Саяно-Минусинский надвиг фиксируется четкой гравитационной ступенью. Непосредственно в зоне разлома породы интенсивно милонитизированы, во фронтальной части наблюдается зона тектонического брекчирования шириной до 150 м, сложенная крупными обломками среднезернистых майнских плагиогранитов и косослоистых красноцветных песчаников тубинской свиты позднего девона (Катаморская моноклиналь) (22). На участке длиной более 2 км можно непосредственно наблюдать по скважинам волнистую поверхность сместителя надвига, по которой зеленокаменно измененные базальты нижнемонокской свиты и плагиограниты майнского комплекса надвинуты на трахиандезиты тимиртасской свиты [48ф]. Направление перемещения подчеркивается характером деформаций в породах раннего девона, в которых хорошо видны складки волочения. К зоне Саяно-Минусинского надвига приурочены катаклаз, интенсивная альбитизация и окварцевание. Вдоль зоны надвига наблюдаются линзовидные тела (длиной до первых десятков метров и при

мощности 1 м), сложенные сливным агрегатом магнетита и гематита. Все это позволяет сделать вывод о послераннедевонском возрасте этого разлома.

Северо-Саянский надвиг (2) является одним из крупнейших в Алтае-Саянской складчатой области. Он разграничивает образования Северо-Саянского (Изыхского) офиолитового пояса и Северо-Саянского антиклинория и контролирует размещение турунташской толщи и клипов офиолитов. Морфологически выражен системой сближенных субширотных зон разрывных нарушений, определяющих чешуйчато-покровную структуру Северо-Саянского (Изыхского) офиолитового пояса. Мощность зон милонитов варьирует от нескольких метров до сотен метров, их простирание восточное–северо-восточное ($65-70^\circ$), падение сместителей крутое юго-юго-восточное ($65-70^\circ$). В его фронтальной части проявлена зона динамометаморфизма венд-нижнекембрийских пород (с глаукофаном) шириной до 0,3 км и протяженностью до 8 км. Зона разлома находит свое выражение в геофизических полях, на дистанционной основе. По типу относится к структурным швам длительного развития, амплитуда перемещения, судя по редуцированию чеханской свиты раннего кембрия, может составлять не менее 3 км.

Борусский надвиг (3) формирует сложную структуру Борусского офиолитового пояса. Выделяется юго-западная и северо-восточная ветви крутопадающих взбросо-надвигов. Юго-западная ветвь прослеживается вдоль северного склона хр. Борус на расстояние более 46 км в виде полосы восточного-северо-восточного ($55-75^\circ$) простирания шириной от 0,5 до 2 км. Ветвь представлена серией сближенных надвигов, разделяющих метапороды джебашской серии и сланцы, вулканиты абдырской и турунташской толщ, гипербазиты Борусского массива. В юго-западном направлении надвиги уходят за пределы площади листа, а в северо-восточном – частично залечены Сизинской интрузией гранитоидов большепорожского комплекса. Разрывы Борусской системы выражены узкими зонами полимиктового меланжа, сопровождаются окварцеванием, карбонатизацией и лиственитизацией пород, вмещают узкие (3–6 м) пластины серпентинитов. В метапородах турунташской толщи развита мелкая гофрировка, а в серпентинитах – оталькование. Юго-западная ветвь находит выражение в геофизических полях и дистанционной основе. По геофизическим данным, сместители надвигов имеют крутое ($60-70^\circ$) юго-юго-восточное падение. Северо-восточная ветвь прослеживается в восток-северо-восточном направлении до верховьев р. Бол. Берёзовая. Ширина ее варьирует от 0,2 до 1,8 км. Она объединяет метапороды турунташской и абдырской толщ и гипербазитовые образования Кашкаретской пластины (2). Простирание ветви на всем протяжении восточное–северо-восточное ($70-75^\circ$), падение юго-юго-восточное крутое ($75-80^\circ$), что отчетливо устанавливается по геофизическим данным.

Время заложения надвигов Борусской группы следует связывать с наиболее ранними надвиговыми перемещениями метапород абдырской толщи позднего рифея(?) [49ф]. Часть разрывов была залечена гранитоидами большепорожского комплекса. Очевидно, к этому же времени следует отнести дислокации, выраженные в деформации асбестовых залежей Буланташского месторождения. В позднесилурийское время описанные разрывы послужили зонами циркуляции растворов, приведших к десерпентизации гипербазитов Борусского массива и формированию никелевых первичных геохимических аномалий. Интенсивные новейшие восходящие движения вдоль разрывов Борусской группы привели к резко выраженному обособлению Борусского офиолитового пояса.

Голованский взброс (4) северо-восточного (65°) простирания прослеживается от истоков р. Таловка до среднего течения р. Бол. Берёзовая на расстояние 50 км при ширине от 0,5 до 1,5 км. Он формирует тектоническое сопряжение метапород буйбинской толщи раннего кембрия и терригенных пород свит позднего ордовика со сланцами верхнеамыльской подсвиты. В зоне разлома проработка и дробление ордовикских пород выражена слабо. Более отчетливо изменения проявлены в гранитоидах и породах экзоконтактового ореола Пашкинской интрузии, где наблюдаются зоны окварцевания и сульфидной минерализации с бедным редкометалльным оруденением (вольфрам, висмут, свинец) мощностью от 1–3 до 15 м.

Голубинский сброс (5) является наиболее крупным из широко проявленных в районе кососекущих нарушений северо-восточного ($20-40^\circ$) простирания. Сброс прослежен от верховьев р. Таловка до междуречья Голубая–Сизая на расстояние более 40 км. Сброс представлен серией сближенных (100–300 м) и субпараллельных ветвящихся нарушений северо-восточного ($25-40^\circ$) направления, формирующих в совокупности крутопадающий ($70-80^\circ$) сброс. Система хорошо

следится на дистанционной основе и в геофизических полях. Разлом выражен зонами дробления, окварцевания, лимонитизации, оталькования.

Морфологически все нарушения хорошо выражены серией уступов и седловин в рельефе склонов, коленообразными и прямолинейными участками долин водотоков, резкими разворотами элементов залегания пород. Нарушения сопровождаются зонами мощностью 10–50 м интенсивного дробления пород, залеченных тонкосетчатыми кварцевыми жилами, реже мало-мощными (10–20 см) ветвящимися жилами кавернозного кварца.

Площадь является сейсмичной до настоящего времени. Здесь наблюдаются землетрясения до 7 баллов, особенно в зоне влияния Борусского надвига.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Различные аспекты истории геологического развития Западного Саяна рассмотрены в работах Л. П. Зоненшайна (1974 г.), Н. Л. Добрецова (1977 г.), П. С. Антонова и др. (1979 г.), Н. Н. Хераскова (1974, 1979 гг.), А. А. Моссаковского и А. Б. Дергунова (1983 г.), В. Д. Зальцмана (1983 г.), Г. Г. Семенова (1990 г.) и др.

На месте Западного Саяна, как складчатой системы, в течение длительного отрезка времени (от позднего рифея до позднего ордовика включительно) существовал обширный морской бассейн (как составная часть Урало-Монгольского палеоокеана). Предположительно в позднем рифее в зонах спрединга морского дна, приуроченных к срединно-океаническим хребтам, происходило формирование пород офиолитовой ассоциации. В нее входят образования габбро-дунит-гарцбургитовой формации, слагающие в современной структуре региона офиолитовые пояса (Борусский и Северо-Саянский). При этом верхняя зона (габбровая) представляет собой нижнюю часть разреза океанической коры, а нижняя (гипербазитовая) – образования верхней мантии, имеющие реститовый характер и оставшиеся после выплавления ушедшей вверх магм основного состава. В настоящее время соотношения между этими двумя компонентами борусского комплекса исключительно тектонические: они слагают самостоятельные тектонические пластины. В Борусском офиолитовом поясе совместно с образованиями габбро-дунит-гарцбургитовой формации шло формирование океанических базальтов с прослоями кремнистых и на поднятиях терригенно-карбонатных пород (абдырская толща), которые и составляют разрез классической офиолитовой триады (гипербазиты–габбро–базальты и осадочные породы). В венде на офиолитах в условиях поднятий накапливались образования турунташской толщи углеродисто-кремнисто-терригенного состава с формацией натриевых базальтов и формированием на завершающем этапе в раннем кембрии приостровных карбонатных шапок верхнетурунташской подтолщи.

В раннекаледонское время на склоне и у подножия глубоководного желоба активной континентальной окраины западно-тихоокеанского типа в условиях медленного погружения дна в относительно спокойной обстановке шло формирование однообразных преимущественно карбонатно-терригенных отложений джебашской серии (изербельская, амыльская свиты). На фоне общего погружения имели место и более мелкие колебания дна морского бассейна, о чем говорит характер выклинивания пластов мрамора в бассейне р. Сизая. Наряду с накоплением карбонатно-терригенных осадков отлагались хемогенные кремнисто-железистые образования и происходило подводное излияние базальтовых лав островного типа. В конце раннекаледонского этапа произошло окончательное оформление структуры глубоководного желоба (турбидитовая формация буйбинской свиты).

Процессы субдукции, начавшиеся во второй половине раннекаледонского этапа, привели к заложению энсиматической островодужной системы, отделившей прилегающий к материку (Сибирской платформе) бассейн окраинного моря от открытой части океана. Существование в этой части Западного Саяна островной вулканической дуги, активная фаза развития которой приходится на ранний кембрий, признается практически всеми исследователями [30]. Образованиями островодужного комплекса активной окраины континента сложены структуры Северо-Саянской СФЗ. Заложение и зрелый этап развития нижнекембрийской Северо-Саянской островодужной системы связаны с формацией натриевых базальтов–риолитов (нижнемонокская свита). Осадконакопление нижнемонокской свиты происходило в докамешковское время в условиях, характеризующихся частыми колебательными движениями дна морского бассейна и интенсивной эффузивной деятельностью, о чем свидетельствует наличие в нижнемонокской свите прослоев песчаников, сланцев и туфов. Дифференциация вулканитов не выходит за пре-

делы среднетитанистой базальтоидной группы. В камешковское время наступил перерыв в осадконакоплении и внедрение плагиогранитов майского комплекса. Это небольшие по объему, малочисленные близповерхностные, комагматические нижнемонокским вулканитам интрузии габбро-тоналит-плагиогранитовая формации, завершающие первый этап магматической эволюции островодужной структуры. Их внедрение совпадает со сменой характера вулканизма, кратковременным перерывом и тектоническими нарушениями. Затем, в санаштыг-гольское время, в пределах осевой части и внутреннего склона островной дуги в обстановке затухания вулканической деятельности формируются образования вулканогенно-терригенно-карбонатной формации (верхнемонокская и чеханская свиты).

В конце раннекаледонского этапа (на рубеже кембрия и ордовика) за счет сближения Сибирского континента с Тувино-Монгольским микроконтинентом произошло замыкание Западно-Саянского фрагмента палеоокеана. Это привело в ходе субдукционных процессов, протекавших на границе океана с Северо-Саянской островной дугой, к образованию аккреционной призмы, состоящей из различных образований океанической коры и глубоководных желобов, с сопутствующими проявлениями складчатости, разрывов, метаморфизма. Породы венда-раннего кембрия, слагающие аккреционную призму, были интенсивно деформированы с образованием чешуйчато-надвиговой структуры, смяты в крутые складки северо-восточно-восточного простирания и метаморфизованы до зеленосланцевой фации.

На протяжении позднекаледонского времени (ордовика) на площади сформированной аккреционной призмы осадконакопление происходило в режиме пассивной континентальной окраины (Центрально-Саянская СФЗ). Здесь в позднеордовикское время в условиях континентального шельфа накапливаются мощные толщи амагматичной зеленоцветной карбонатно-терригенной флишоидной формации, представленной на территории листа своими верхними частями (пестроцветные отложения карынсугской и манчурекской свит верхнего ордовика). Это время окончательного замыкания Западно-Саянского морского бассейна.

Сближение Тувино-Монгольского микроконтинента и Сибирского континента завершается в начале девона коллизией по типу континент–континент. Раннедевонский коллизионный этап развития территории сопровождался активизацией субширотных разрывов в Борусском ОП, в Центрально-Саянской СФЗ, предопределивших становление гранитоидов большепорожского комплекса. Окончательная коллизия Сибирского континента и стабилизация консолидированной континентальной коры фиксируется становлением гранитных интрузий джойского комплекса. В результате этого происходило подновление и образование новых дизъюнктивных нарушений, которые в большинстве случаев залечивались дайками интрузивных пород кислого и основного составов.

К началу герцинской эпохи южная окраина Сибирского континента за счет субдукции остаточной океанической коры в северном направлении преобразовалась в активную окраину андского типа. На континентальном основании раннекаледонского возраста формируется система рифтовых впадин, в которых накапливались осадочно-вулканогенные отложения тимиртасской свиты нижнего девона. Вулканизм являлся континентальным, умеренной щелочности (базальт-андезитовая формация).

К концу раннего девона бурная вулканическая активность, которая сопровождала начало рифтогенного заложения Южно-Минусинской котловины, прекращается. При этом постколлизионные структуры поздних каледонид Западного Саяна продолжают оставаться областью сноса. На территории листа возникает надрифтовый неглубокий теплый бассейн активной окраины континента (андского типа) нормальной солености (Южно-Минусинская впадина). Его развитие продолжается на протяжении всего позднего палеозоя в тыловой зоне активной континентальной окраины вплоть до окончательного закрытия палеоазиатского океана на рубеже перми и триаса. В формировании бассейна отмечаются хорошо выраженные регрессивная и эмерсивная стадии развития. В первую стадию отлагались красно- и пестроцветные терригенно-карбонатные отложения среднего и позднего девона (толтаковская, аскизская, илеморовская, бейская, ойдановская, кохайская, тубинская свиты), во второй, эмерсивный этап сформирована терригенно-телепирокластическая формация раннего карбона (турнейское и визейское время). Бассейн распался на отдельные изолированные озера и болота с угленосной лимнической формацией отложений среднего и позднего карбона (соленозерская–белоярская свиты) и ранней перми. Все отложения в завершении герцинского этапа смяты в простые сундучные складки и брахиформы с пологими углами падения в центрах угленосных структур (Бейская мульда) и более крутыми на крыльях и вблизи малоамплитудных сбросов

(Новотроицкая антиклиналь). Тектоническая герцинская активизация в Южно-Минусинской впадине приводит к подновлению более ранних разрывных нарушений, таких как Саяно-Минусинский надвиг, отделяющий ее от структур Западного Саяна.

На протяжении мезозоя и начала кайнозоя развитие территории шло в условиях тектонической стабильности и сопровождалось формированием площадных кор выветривания мезозойского и мел-палеогенового возраста, которые были уничтожены последующими эрозионно-денудационными процессами. Процесс тектонической активизации, начавшийся с олигоцена, становится наиболее активным в плиоцен-четвертичное время. В связи с этим в течение плейстоцена формируется современный план речной сети с преобладающим направлением стока с юга на север. Активные тектонические движения продолжаются до настоящего времени, о чем свидетельствуют проявления сейсмической активности до 7 баллов, что необходимо учитывать при инженерно-геологических работах.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Площадь расположена в зоне сочленения Южно-Минусинской впадины и горных сооружений северного фаса Западного Саяна, охватывая систему Бурусского, Джебашского, Джойского, Аланского хребтов. Горные сооружения Западного Саяна занимают до 70 % площади листа, характеризуются абсолютными отметками поверхности 500–2300 м, относительными превышениями 200–1000 м, уплощенными и гребневидными водоразделами, выпукло-прямым профилем склонов с осыпями и скалами-останцами. В пределах Южно-Минусинской впадины распространен грядово-холмисто-увалистый рельеф денудационно-аккумулятивной равнины на складчатых туфогенно-осадочных породах девона и карбона с абс. отм. 300–500 м.

В формировании двух орографических областей принимают участие разнообразные факторы: тектоника, процессы склоновой денудации, структурно-литологические особенности субстрата, эрозия и аккумуляция. На геоморфологической схеме, с использованием морфогенетического принципа, отображены поверхности, ограничивающие формы рельефа и отличающиеся по своему генезису, морфологии и возрасту. Выделены четыре морфогенетических типа рельефа: аккумулятивный, структурный, структурно-денудационный, денудационный. Поверхности рельефа, созданные разрывными нарушениями, представлены структурным типом рельефа – тектоническими уступами.

АККУМУЛЯТИВНЫЙ РЕЛЬЕФ

Этот тип включает флювиальный, эоловый, ледниковый, озерный и комплексной аккумуляции рельефы.

Рельеф, созданный русловой и внутридолинной аккумуляцией, развит по основным рекам площади – Енисей, Сизая, Голубая, Уй – и представлен руслами и пойменными террасами рек (1), равнинами объединенных I и II надпойменных террас высотой 7–20 м (2), равнинами объединенных III, IV и V надпойменных террас высотой 25–70 м (3) и равниной прадолины р. Енисей (4).

Река Енисей в пределах Западного Саяна пересекает площадь с юга на север, принимая на своем пути притоки – реки Голубая, Сизая, Кантегир, Джой, Бол. Берёзовая. От пос. Новоенисейск река круто поворачивает на восток–северо-восток и уходит в глубь Минусинской котловины, где в нее впадают реки Бол. Шунерка, Бол. Шушь и руч. Шунерчик. В пределах Западного Саяна все реки являются горными, имеют крутой продольный профиль, быстрое течение. Речная сеть в целом смешанного типа с элементами древовидного, параллельного, радиального и центробежного, перистого типов. У поселков Сизая и Голубая р. Енисей имеет сквозную (от 50 до 300 м) V-образную, иногда каньонообразную долину с обрывистыми склонами, где часто развиты грубообломочные осыпи (обвальнo-осыпные склоны). Продольный профиль реки не выработан и имеет пороги (Майнский порог).

Пойма реки Енисей (от 1 до 3 м) распространена неравномерно, имеет ограниченное развитие между реками Голубая, Сизая и кл. Никитин, где максимальная ширина ее равна 0,2 км. Почти все острова в русле заняты поймой. Уступ к руслу пойменной террасы обычно крутой и обнаженный. Плоская поверхность поймы часто наклонена в сторону тылового шва и имеет многочисленные старицы, занятые озерами. В районе пос. Майна встречается цокольная пойма.

Долины притоков различны по своему характеру. Наиболее разработанной является долина р. Сизая, достигающая ширины 0,3 км. Правый борт ее значительно круче левого и имеет много скалистых коренных выходов, у подножия которых развиты грубообломочные осыпи. Ле-

вый склон покрыт чехлом делювиальных пылеватых суглинков и супесей мощностью до 20 м. Пойма р. Сизая имеет два уровня: низкий с относительной высотой 0,5–1,5 м и высокий с относительной высотой 3–4 м. Долина р. Голубая узкая (не шире 350 м), V-образная, глубоко врезанная, с крутыми склонами имеет высоту поймы не более 1,5 м. Пойма сложена щебнисто-галечниковыми отложениями.

При выходе р. Енисей в Минусинскую котловину характерно разветвление русла реки на множество рукавов. Общая ширина русла с многочисленными островами равна 1,5–2,0 км. Енисей резко меняет свой характер, превращаясь из горной реки в равнинную с замедленным течением. У деревень Шунеры и Старые Очуры река встречает трудно размываемые породы, так называемые Шунерский, Очурский «быки». Русло ее заметно суживается (до 500 м). Наличие рукавов на плоском дне долины свидетельствует о преобладании в настоящее время процесса аккумуляции.

Долины рек Бол. и Мал. Шушь не выдержаны. Продольный профиль их представляет кривую линию, резко поднимающуюся по течению. Реки в верхнем течении изобилуют порогами, уступами и в настоящее время энергично работают над размывом коренного ложа. Долины их узкие, V-образные, глубоко врезаные, с крутыми склонами. При выходе из гор они меняют свой характер, превращаясь из горных рек в степные с замедленным течением и образуя меандры. Их долины становятся асимметричными: правые борта крутыми, со сплошными скальными обнажениями, левые пологими, покрытыми делювиальным шлейфом. Пойма этих рек высотой от 0,5 до 1 м распространена по долинам неравномерно. Плоская поверхность ее часто наклонена в сторону тылового шва и имеет многочисленные депрессии.

Речки Орловка, Бол. Шунерка и Грязнушка с их притоками протекают в холмисто-равнинной области, имеют достаточно хорошо разработанные долины, замедленное течение и меандры.

Первая надпойменная терраса с относительной высотой 7–12 м прослеживается по обоим бортам долины р. Енисей, является преимущественно аккумулятивной и сложена валунно-гравийно-галечниковыми отложениями, перекрытыми супесчано-суглинистым и песчаным материалом. Ширина террасы составляет 900–1700 м. В левом борту долины, в районе пос. Майна терраса имеет цоколь, поднятый на высоту до 8 м над урезом воды.

Первая надпойменная терраса р. Уй имеет высоту до 12 м, цокольная. Морфологически терраса хорошо выражена. Ширина площадки – до 500 м.

Вторая надпойменная терраса р. Енисей возвышается на 15–20 м над урезом воды. Ширина террасы – около 200 м, поверхность ее пологоволнистая, слабонаклонная, имеет ограниченное распространение на правом берегу. На левобережье от г. Саяногорск до пос. Новоенисейск ширина террасы – около 10 км. В горной области площадка террасы имеет в плане сегментную форму. Она полого наклонена (5–10°) в сторону русла и имеет ширину от 40 до 130 м. По строению терраса является аккумулятивной, слагается преимущественно рыхлыми песчано-галечниковыми отложениями, перекрытыми супесями и суглинками, образуя гряды и уплотненные бугры. Вторая надпойменная терраса р. Уй (18–20 м) прослеживается по правому борту долины, в районе пос. Богословка.

На геоморфологической схеме первая и вторая надпойменные террасы отображены объединенной равниной позднеплейстоцен-голоценового возраста.

Третья надпойменная терраса с относительной высотой 25–35 м и четвертая надпойменная терраса высотой 45–55 м (3) прослеживаются на правом берегу долины в равнинной части. В горной части сохранились в устье р. Голубая и по левому берегу р. Сизая. Ширина площадки в среднем – 4–4,5 км, уменьшается до 1 км. Поверхность террас холмисто-увалистая с грядами и уплотненными буграми сложена песчано-валунно-галечниковыми отложениями, перекрытыми суглинками и супесями. Площадка террас на сочленении низкогорно-денудационным рельефом частично перекрыта чехлом рыхлых отложений, образующих шлейф шириной от 1–4 до 3 км, со слабонаклонными холмистыми формами. В приустьевой части долины р. Сизая развита третья надпойменная терраса, достигающая ширины 200 м и с высотой цоколя около 6 м над урезом реки. Уступ террасы и площадка хорошо выражены в рельефе. Тыловой шов террасы перекрыт делювиальным шлейфом.

В горной части долины р. Енисей, на выпуклых берегах его излучин (в пределах Черемушкинского, Пойловско-Соболевского и Изербельского участков) третья-пятая надпойменные террасы имеют наклонные (5–15°) площадки шириной от 40 до 200 м. Относительные превышения террас друг над другом составляют от 5 до 15 м. Тыловой шов пятой надпойменной

террасы высотой 60–70 м над урезом воды погребен под делювиальным шлейфом. Бровки террас нечеткие, уступы пологие, сглаженные денудацией. В основании почти всех террас обнажаются цоколи. Возраст объединенных равнин третьей, четвертой и пятой надпойменных террас – средне-поздненеоплейстоценовый.

Площадки террасы р. Енисей высотой 100–120 м сохранились у г. Саяногорск и между реками Сизая и Голубая (на горе Хобус). Пологонаклонная (5–7°) площадка террасы размером 120 × 200 м сохранилась в левом борту р. Кантегир на абс. отм. 450–470 м; из-за малого размера она на схеме не отражена.

Прадолина р. Енисей (4) вытянута в северо-западном направлении до р. Абакан, на ее выровненной поверхности расположены Койбальские степи, а юго-западный борт погребен под отложениями второй надпойменной террасы. На равнинной поверхности долины шириной до 15 км имеются сухие русла притоков с озерами, эоловые бугры и холмы. Сложена долина валунно-галечниковыми отложениями. Возраст рельефа прадолины р. Енисей эоплейстоценовый.

Рельеф, созданный эоловой аккумуляцией, представлен холмисто-грядовыми равнинами, буграми, дюнами (5), расположенными на поверхности прадолины и на площадках надпойменных террас по правому борту р. Енисей. Песчаные дюны и бугры высотой 10–15 м с асимметричными пологими юго-восточными и крутыми северо-западными склонами вытянуты в северо-восточном до субширотного направлении. Дюны и бугры закреплены растительностью, часто с сосновыми борами. Возраст рельефа поздненеоплейстоцен-голоценовый.

Рельеф, созданный ледниковой аккумуляцией, представлен моренными равнинами Алашского оледенения (6), расположенными в пределах хр. Борус. Равнины имеют типичный холмисто-грядовый рельеф с относительными превышениями от 10–20 до 40–50 м, с характерным сочетанием округлых, вытянутых холмов, западин, гряд и котловин. Днища троговых долин заполнены донной и боковыми моренами, поверхность которых осложнена скульптурными формами – валами, ориентированными по движению ледника. Высота их достигает 10 м. Обломочный материал морены сгружен ниже переуглубленных участков коренного ложа, занятых озерами, образуя террасовидные площадки с наклонной поверхностью. Возраст рельефа средне-поздненеоплейстоценовый.

Рельеф, созданный озерной аккумуляцией (7), представлен равнинами озер Чёрное, Новотроицкое, Большое, ур. Трёх озёр, сложенными озерными отложениями. Поверхность равнин вогнутая, с пологими бортами, в центральной части слабозаболоченная, развит кочкарник. Возраст рельефа ранне-поздненеоплейстоценовый и голоценовый.

Рельеф, созданный комплексной аккумуляцией, представлен:

1) днищами сухих ручьев и озер, созданными речной и озерной аккумуляцией (8). Корытообразные долины с остатками озер сохранились на плоской поверхности прадолины. Возраст рельефа поздненеоплейстоцен-голоценовый;

2) а – конусами выноса, делювиальными шлейфами, наклонными холмистыми равнинами, созданными аллювиально-пролювиальной аккумуляцией (9а). Поверхности развиты в предгорной области, в зоне сочленения Южно-Минусинской впадины с отрогами Западного Саяна. Возраст рельефа поздненеоплейстоцен-голоценовый;

б – наклонными холмистыми равнинами, днищами долин стока, созданными делювиально-пролювиальной аккумуляцией (9б). Поверхности развиты в предгорной области, в зоне сочленения Южно-Минусинской впадины с отрогами Западного Саяна. Возраст рельефа эоплейстоценовый;

3) озерно-аллювиальными равнинами, созданными озерно-речной аккумуляцией (10). Они развиты в Южно-Минусинской впадине в левом борту долины Енисея и представлены слабосхолмленными долинообразными равнинами с плоскими днищами с оврагами. Возраст рельефа эоплейстоценовый.

СТРУКТУРНЫЙ РЕЛЬЕФ

Рельеф, созданный новейшими разрывными нарушениями. Это крутые прямолинейные склоны и уступы горных гряд и возвышенностей в виде тектонических уступов, оконтуривающие крупные межгорные депрессии, служат границей генераций рельефа, имеющих резко различную амплитуду поднятия. Характерной чертой склонов является их прямолинейность и крутизна. Хорошо выражен в рельефе Северо-Минусинский взбросо-надвиг, ограничивающий с юга Южно-Минусинскую впадину, Северо-Саянский надвиг, разделяющий средне- и низко-

горный рельефы, Борусский надвиг, в виде прямолинейного уступа ограничивающий с севера и юга альпийский рельеф Борусского хребта. В долинах рек, пересекающих уступы, отмечаются резкие перегибы продольных профилей, водопады.

СТРУКТУРНО-ДЕНУДАЦИОННЫЙ РЕЛЬЕФ

Рельеф, образовавшийся в результате препарировки моноклинально залегающих пластов осадочных пород карбона и девона, развит в пределах Южно-Минусинской впадины. Он представляет собой куэсто-грядовое и холмисто-увалистое холмогорье с абсолютными отметками водоразделов 400–500 м (11), вытянутыми по направлению простирания основных геологических структур, с системой сопок, холмов и увалов с плоскими или слабовыпуклыми вершинами. Куэсты и гряды – система длинных, симметричных и асимметричных, параллельно вытянутых возвышенностей, образовавшихся в результате избирательного выветривания неоднородных по литологическому составу слоистых пород на крыльях складок. Протяженность их достигает десятки километров, а высоты изменяются от 10 до 100 м в зависимости от базиса эрозии. Куэстовые формы с гребневидными водоразделами характерны для известняков быстринской, камыштинской и соломинской свит. Густота речной сети значительная, с логами и оврагами, большей частью ветвящимися. Породы перекрыты маломощным чехлом элювиальных, делювиальных, делювиально-пролювиальных отложений четвертичного возраста. Возраст рельефа палеоген-неогеновый.

Рельеф, образовавшийся в результате препарировки гипербазитов борусского комплекса (12), развит в пределах Борусского офиолитового пояса, включающего северо-западное окончание Кантегирского хребта и хр. Борус. Борусский офиолитовый пояс ограничен с севера и юга системой разломов, сложен гипербазитами борусского комплекса и представлен сильно изрезанным рельефом среднегорья, с гребневидными водоразделами и каменными морями в верхней части склона. Склоны крутые и средней крутизны с многочисленными денудационными останцами. Возраст рельефа палеоген-неогеновый.

Рельеф, образовавшийся в результате препарировки интрузивных массивов джойского и большепорожского гранитных комплексов (13), в целом отражает величину эрозионного среза интрузивных тел.

Аланский массив расположен в пределах наиболее возвышенной части хр. Алан, форма массива округлая, близкая к изометричной, площадь его составляет 40 км². Центральные части интрузии располагаются на высотах 1300–1803,4 м, 1756,2 м (гора Бабик), периферические и приконтактные на высотах 540–1450 м. Изометричный в плане массив повторяет геологические контуры куполовидного гранитного тела. Контакты его приурочены к подножию склонов или к седловинам. Склоны, сложенные гранитами, имеют мягкие очертания, выпуклый профиль, слабо изрезаны. Крутизна склонов – 10–15°, реже 20–25°. Широко развиты на гребнях денудационные останцы высотой иногда свыше 10 м. Экзоконтактные зоны массива, сложенные прочными роговиками и ороговикованными сланцами, отпрепарированы в рельефе в виде узких гряд, оконтуривающих кольцевую цепь вершин вокруг гранитного массива. Рельеф экзоконтактной зоны более изрезан, крутизна склонов возрастает до 20–30°. Рельеф этого участка характерен для начальной стадии вскрытия эрозией интрузивного плутона. Аналогичным образом отпрепарирован денудацией Курумысский массив в междуречье Соболева–Голубая, с куполовидной вершиной с абс. отм. 1144,2 м, сложенной мелкозернистыми гранитами апикальной части. Наиболее препарированным эрозией является Джойский гранитоидный массив, занимающий наиболее пониженные части рельефа на побережьях р. Енисей и низовий его притоков – рек Джой, Кантегирская и Джойская Сосновка. Склоны северо-восточного окончания Джебашского хребта, сложенные гранитами, крутые и более изрезанные, чем склоны Аланского и Курумысского массивов, где развиты преимущественно крупнозернистые менее прочные граниты. Крутизна склонов достигает 35–40°, склоны прямые, избилующие скальными выходами коренных пород. В привершинной части хребта распространены поля и потоки курумов, денудационные останцы. По периферии массива в экзоконтактной его части, где развиты роговики и ороговикованные породы, наблюдается прерывистая цепь положительных форм рельефа в виде отдельных вершин, гряд, возвышающихся на 100–300 м над отметками вершин, сложенных гранитами. Склоны этих гряд и хребтиков более изрезанные, крутизна их больше. Породы массивов перекрыты маломощным чехлом элю-

виальных, коллювиальных и делювиальных, десерпционных и солифлюкционных отложений четвертичного возраста. Возраст рельефа палеоген-неогеновый.

ДЕНУДАЦИОННЫЙ РЕЛЬЕФ

В зависимости от степени участия рельефообразующих факторов выделяются типы денудационного рельефа: поверхности выравнивания, экзарационно-денудационные, эрозионно-денудационные и денудационные склоны гор.

Экзарационный ледниковый рельеф альпийского типа (14) выделяется на хребте Борус в районе гор Пойлова (2318,7 м)–Буланташ (1939,4 м) на площади около 40 км². Граница альпийского рельефа с абс. отм. 1600–2300 м контролируется зонами крупных тектонических нарушений, ограничивающих Кантегино-Борусский блок, выраженных в рельефе в виде уступов. Экзарационный ледниковый рельеф представляет собой систему узких пилообразных скалистых гребней, образованных верхними гранями стенок глубоко врезанных каров, цирков и бортов троговых долин. Ширина гребней не превышает первых десятков метров, иногда сужаясь до 2–5 м. Крутизна склонов в верхних частях достигает 35°, к подножию склона резко увеличивается до отвесной. Глубина каров достигает 450–700 м, диаметр их днищ невелик: в пределах первых сотен метров. В сторону склонов кары открываются узкими, глубоко врезанными, сравнительно протяженными трогами. К юго-западу от высоты 2134,6 м кары уступают место крутосклонным амфитеатрам с многочисленными лавинными лотками, переходящими в ущельевидные долины многочисленных водотоков (истоки рек Джойская и Кантегирская, Сосновки, Таловка). Днища каров склонов северной экспозиции лежат на абс. отм. от 1560 до 1705 м и, на склонах южной экспозиции – на отметках от 1610 до 1705 м, которые фиксируют положение снеговой линии в период оледенения. В днищах каров и троговых долин между буграми и валами располагаются озера размером 70 × 150 м. Верхние части трогов южной экспозиции лишены отложений, их днище и борта представлены коренным ложем со следами ледниковой обработки – «бараньими лбами», ледниковой штриховкой. В местах схождения стенок каров образуются карлинги, которыми являются практически все вершины хребтов, находящиеся в зоне экзарации. Повсеместным развитием пользуются денудационные останцы, обвальное-осыпные склоны, покрытые полями движущихся курумов и осыпями. В истоках рек Пойлова, Мал. Абдыр, Соболева расположены троговые долины шириной до 150–300 м и глубиной до 100 м, переходящие ниже по склонам в эрозионные долины. Длина троговых участков долин – до 1,5 км. Склоновые отложения представлены несортированным щебнисто-глыбовым материалом с участками открытых коренных пород. Возраст рельефа – средний неоплейстоцен-голоцен.

Склоны плоскостного смыва крутизной до 15° (15) распространены в пределах предгорной части Южно-Минусинской впадины на моноклинально залегающих осадочных породах средне-верхнего девона, а также в верховье ручьев в низкогорье. Пологие склоны располагаются в основании крутых склонов и в привершинных частях крупных логов. Склоны плоскостного смыва обладают меньшей изрезанностью и слаборасчлененностью, покрыты делювиальным местным пород. Возраст рельефа плиоцен-голоценовый.

Эрозионно-денудационный резко расчлененный рельеф среднегорья, созданный эрозией и существенно переработанный склоновыми процессами (16), представлен эрозионными склонами речных долин, водоразделами и склонами площадной денудации горных хребтов с абс. отм. 1200–1800 м в пределах Джойско-Джебашского блока. Среднегорный рельеф на площади работ в пределах Западного Саяна является доминирующим, занимая свыше 80% ее территории. Основными склонообразующими процессами являются экзогенные, обусловленные совокупностью процессов эрозии, денудационно-физического выветривания.

Эрозионные склоны речных долин, как правило, крутые и обрывистые, прямолинейного профиля, крутизной 25–35°. Обрывистые и очень крутые обвальное-осыпные склоны с многочисленными выходами коренных пород наблюдаются по долинам рек Енисей, Джой, Кантегир, Абдыр, по обоим бортам Саяно-Шушенского водохранилища. Глубина эрозионного вреза обычно составляет 250–300 м и более. Для долин рек характерна интенсивная боковая и донная эрозии, поперечные и продольные профили которых отражают интенсивность поднятия в пределах блоков. Продольные профили рек ступенчатые, для второстепенных рек характерны височные долины. Самая крутая ступень продольных профилей находится в низовьях водотоков,

непосредственно впадающих в р. Енисей, где происходит резкое углубление его долины. На этих участках, в пределах блоков наивысших поднятий аккумулятивные формы отсутствуют, идет интенсивная эрозия (реки Кантегир, Бол. и Мал. Берёзовая, Абдыр и др.), формируются деструктивные формы – пороги, водопады, подмываемые берега.

Наибольшей крутизной и изрезанностью обладают эрозионные и гравитационные склоны, углы наклона которых достигают 35–40° и выше. У подножия последних наблюдаются скопления обломочного материала в виде конусов выноса и осыпей. Склоны изобилуют скальными выходами коренных пород, ступенчато поднимающимися до вершин водоразделов. В бассейнах среднего и нижнего течения рек Кабанова и Топкая Речка развиты эрозионные и обвально-осыпные склоны с крутыми углами (25–35°), что свидетельствует об интенсивном поднятии этого блока и усилении экзогенных процессов.

Склоны средней крутизны Джойского, Джебашского, Аланского, Берёзовского хребтов и их отрогов созданы делювиальным и коллювиальным сносом и эрозией. Профиль склонов выпуклый или прямой, углы наклона от 10–15° до 30°. Пологие склоны располагаются в основании крутых склонов и в привершинных частях крупных логов.

Склоновые отложения представлены несортированным суглинисто-щебнисто-глыбовым материалом с участками открытых коренных пород. Рельеф активной эрозии и денудации сформирован в плиоцен-четвертичную эпоху.

Эрозионно-денудационный среднерасчлененный рельеф низкогорья, созданный эрозией и существенно переработанный склоновыми процессами (17), представлен эрозионными склонами речных долин, водоразделами и склонами площадной денудации горных хребтов с абс. отм. 600–1200 м в пределах Северо-Саянского блока. Водоразделы сглаженные, с развитием на них поверхностей выравнивания, с уступообразными выходами коренных пород. Вершины сглаженные, реже гребневидные, куполообразные. Водоразделы рек являются орографически четко очерченными и резко асимметричными. Ведущая роль в формировании асимметричных водоразделов принадлежит денудации, интенсивность которой определяется экспозицией склонов. Южные склоны более крутые, тогда как северные, в большинстве случаев пологие, покрыты продуктами выветривания. Крутизна и морфология склонов рельефа, преобладание тех или иных рельефообразующих процессов зависят от литолого-петрографического состава пород, их структурно-текстурных особенностей. По эффузивным породам нижнемонокской свиты нижнего кембрия развит скалистый рельеф, склоны долин отличаются большой крутизной, подножия скал загромождены обломками и крупными глыбами, образующими каменные осыпи. Долины рек имеют V-образный поперечный профиль, крутые борта с частыми скальными обрывами высотой 5–20 м и курумами. Склоны, сложенные гранитами, имеют мягкие очертания, выпуклый профиль, слабо изрезаны. Острогребневый рельеф развивается в местах устойчивых и плотных горных пород – кварцованных сланцев, кварцитов, слагающих острые узкие гребни, труднодоступные склоны. В областях распространения легко поддающихся размыву пород скалистые гребни сменяются выположенными, частично пенепленизированными пространствами с останцами коренных твердых горных пород, перекрытых маломощным чехлом элювиальных, делювиальных и коллювиальных отложений четвертичного возраста. Возраст рельефа олигоцен-четвертичный.

Десерпционно-осыпные склоны крутые и средней крутизны (18) являются склонами среднегорья с абс. отм. от 1200 до 1500 м в пределах Джойско-Джебашского, Кантегино-Борусского блоков. Это привершинные склоны гольцов и останцовых поверхностей выравнивания Джойского, Джебашского, Борусского хребтов. Профиль склонов выпуклый или прямой, углы наклона от 10–15 до 35°. Склоны покрыты десерпционными и коллювиальными отложениями. Они представлены беспорядочным скоплением практически сухого обломочного материала (глыб, щебня) в виде каменных морей. Повсеместным развитием пользуются денудационные останцы, обвально-осыпные склоны, покрытые полями движущихся курумов и осыпями. Возраст рельефа – поздний палеоген–ранний неоген.

Останцовые поверхности выравнивания, созданные комплексной денудацией (19), находятся в среднегорье на водораздельных пространствах Борусского, Берёзовского, Джебашского и Аланского хребтов с абс. отм. от 1400 до 1800 м и в низкогорье на водораздельных пространствах с абс. отм. от 800 до 1200 м. Остаточные поверхности «древнего» рельефа образуют привершинные изолированные участки, цепочкой следующие друг от друга вдоль осевой части хребтов. Вследствие того, что современный рельеф Западного Саяна сформировался в результате проявления вертикальных движений неодинаковой интенсивности в различных блоках,

останцы «древнего» рельефа встречаются на разных гипсометрических уровнях. В центральной части Кантегири-Борусского блока, отличающегося максимальной интенсивностью поднятия, останцы «древнего» рельефа располагаются на абс. отм. в интервале 1700–1800 м, в северо-восточной части, отделенной от центральной Голубинским сбросом, они располагаются на высотах 1450–1700 м, что свидетельствует о менее интенсивном поднятии этой части. Останцы «древнего» рельефа фиксируются также на водоразделе рек Бол. Берёзовая–Бол. Кашкарет (Березовский блок) на абс. отм. 1600–1800 м. На отметках 1400–1600 м располагается поверхность «древнего» рельефа в Аланском хребте. В пределах Джебашского блока поверхность «древнего» рельефа слагает водоразделы рек Бол. Нарас–Тюльберг, Тюльберг–Харлыгхан, верховье р. Каялык в осевой части Джебашского хребта. Абсолютные отметки здесь лежат в пределах 1100–1600 м.

Остаточнo-вершинные поверхности «древнего» рельефа в низкогорье образуют привершинные изолированные участки на абс. отм. 800–1200 м и представлены плоскими и слабо-волнистыми поверхностями выравнивания с относительными превышениями не более 100–300 м на водоразделах рек Уй и Бея, Сизая и Шунерка.

Столь интенсивное расчленение поверхности по вертикали в пределах небольших площадей в выделенных блоках свидетельствует, что последние состоят из более мелких блоков с различной интенсивностью поднятий. Мелкоблоковое строение складчатого основания, на котором развиваются различные формы рельефа, прекрасно выражено на геологической карте масштаба 1 : 50 000 Буланташской площади [49ф].

Морфологически рельеф поверхностей выравнивания представляет собой сглаженные водораздельные поверхности, сравнительно выровненные и слабонаклонные. Характерны пологосклонные холмы с мягкими очертаниями высотой до 100–300 м, разделенные широкими пологими седловинами, денудационные останцы высотой 7–10 м. Для поверхностей гольцового выравнивания, лежащих на максимальных абсолютных отметках, характерно отсутствие растительности, резко выраженное морозное выветривание – широкое развитие курумов, каменистых горных тундр. На умеренных и низких отметках уплощенных поверхностей «древнего» рельефа отмечается заболоченность. Во всех частях района останцы «древнего» рельефа имеют один геоморфологический облик, что свидетельствует о единой поверхности. Последняя не была идеальной, а представляла холмистую, местами даже мелкогорную местность. Денудационные процессы, усилившиеся после тектонической активизации региона, углубили, сделали резче ранее сформировавшиеся отрицательные и положительные формы рельефа, уничтожили кору выветривания, оголив до коренных пород складчатое основание. В этом заключается унаследованность современными формами рельефа более древних форм, сформированных до тектонической активизации региона. Возраст рельефа мел-палеогеновый.

Техногенные формы рельефа показаны немасштабными карьерами и отвалами. Имеется угольный карьер «Чалпан», с отвалами вскрышных пород высотой до 20 м и отвалы Кибик-Кордонского месторождения мраморов. Техногенные карьеры по добыче ПГС имеются вдоль автомобильных дорог, между населенными пунктами по долине р. Енисей. Возраст рельефа голоценовый.

НЕОТЕКТОНИКА

Этап неотектонического развития тесно связан с главными докайнозойскими геоструктурами, сохранившими четкую особенность в орографии и в неотектонике. Этими структурами, самостоятельно развивавшимися со времени их заложения до настоящего времени, являются Западный Саян и Южно-Минусинская впадина. Морфоструктура Западного Саяна рассматривается как крупное сводово-блоковое поднятие, испытывающее дифференцированные новейшие тектонические движения [12]. На неотектонической схеме эти структуры выделены в ранге блоков с различной интенсивностью современных движений, совпадающие с зонами древних глубинных разломов, выраженные в рельефе тектоническими (структурными) уступами. Наиболее активно неотектонические движения проявились по глубинным разломам на границе поднятий с контрастными движениями.

Выделяются следующие блоки с различной интенсивностью современных движений:

I – Южно-Минусинский блок относительно стабильный с уровнем поверхности 300–500 м.

Западный Саян:

II – Северо-Саянский блок с слабыми восходящими движениями с уровнем поверхности 600–1200 м, амплитуда вертикальных движений 300–700 м.

III – Джойско-Джебашский блок с умеренно интенсивными восходящими движениями с уровнем поверхности 1200–1800 м, с амплитудой вертикальных движений 900–1300 м.

IV – Кантеги́ро-Борусский блок с интенсивными восходящими движениями с уровнем поверхности 1700–2300 м, с амплитудой вертикальных движений 1400–1800 м.

V – Березовский блок с умеренно интенсивными восходящими движениями с уровнем поверхности 1200–1800 м, с амплитудой вертикальных движений 900–1300 м.

Южно-Минусинский блок (I) включает в себя Южно-Минусинскую впадину, где расположена долина р. Енисей с комплексом надпойменных террас и прадолиной с аллювием эоплейстоценового времени. Последующие поднятия в средне- и позднеэоплейстоценовое время привели к тому, что прадолина Енисея стала выровненной поверхностью Койбальской степи, соответствующей уровню 1 и 2-й надпойменных террас. Предгорные шлейфы от северных склонов Западного Саяна слились с поверхностью впадины.

Северо-Саянский блок (II) расположен между Саяно-Минусинским глубинным разломом (1) на севере и Северо-Саянским (2) на юге. Для него характерен низкогорный среднерасчлененный рельеф с абс. отм. 600–1200 м с древними выровненными вершинными поверхностями на абс. отм. 800–1200 м. Долины как самого Енисея, так и его притоков на этом участке хорошо выработаны. Морфоструктурные особенности блока свидетельствуют о слабых поднятиях в новейший тектонический этап развития, амплитуда которых – 300–700 м.

Джойско-Джебашский блок (III) с умеренно интенсивными восходящими движениями, включающий Джебашский, Джойский и Аланский хребты и их северо-западные отроги, занимает значительную северо-западную часть Джебашского антиклинория и Северо-Саянского офиолитового пояса. Он вытянут в виде тектонического блока между Северо-Саянской (2) и Борусской системой глубинных разломов (3). Для него характерен среднегорный резкорасчлененный рельеф с абс. отм. 1200–1800 м с древними выровненными вершинными поверхностями на абс. отм. 1400–1800 м, большое количество высоких эрозионных уровней и комплекс террас в петлях р. Енисей.

Кантеги́ро-Борусский блок (IV) интенсивных поднятий, включающий северо-западное окончание Кантегирского хребта и хр. Борус, представляет горсто-блоковое поднятие широтного направления, охватывает Борусский офиолитовый пояс и ограничен Борусской системой разломов (3). В пределах блока выделяется альпийский рельеф (абс. выс. 2000–2318 м) с ледниковой экзарацией в приосевой части хребтов и среднегорный резкорасчлененный рельеф с абс. отм. 1700–1800 м с относительным превышением 1000–1500 м с характерным развитием преимущественно островершинных, крутосклонных скалистых водоразделов. Долины рек глубоко врезаны без террасовых уровней. Блок разделен на две части. Северо-восточная его часть отделена от центральной Голубинским сбросом. Она характеризуется менее интенсивным поднятием. Скорость современных движений, в пределах Кантеги́ро-Борусского блока, составляет 8,8–14,2 мм/год [49ф].

Березовский блок (V) с умеренно интенсивными восходящими движениями включает южные отроги хр. Борус, бассейн р. Бол. Берёзовая. Он занимает южную часть Джебашского антиклинория и ограничен с севера Борусской системой разломов (3). Для блока характерен среднегорный резкорасчлененный рельеф с абс. отм. 1200–1800 м с древними выровненными вершинными поверхностями на абс. отм. 1400–1800 м.

Все указанные блоки Западного Саяна вытянуты в субширотном направлении, согласно генеральному направлению пликативных и разрывных структур Западного Саяна, и являются тектонически обособленными геоморфологическими структурами.

Район г. Саяногорск, по имеющимся данным, относится к подвижному поясу со всеми признаками тектонической активности и, как следствие, сейсмичностью в 5–7 баллов.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА

Современный рельеф площади обязан своим происхождением в основном новейшим тектоническим движениям. По представлениям многих исследователей [11], в конце палеогена–раннем неогене на территории Западного Саяна существовал платформенный режим тектонического развития. Страна представляла собой слабовсхолмленную поверхность с низкими горами, с крупными реками равнинного типа и носила черты древнего пенеплена. Остатки этого пенеплена, переработанные более поздними денудационными процессами, обнаруживаются в районе в виде останцов «древнего» рельефа.

Последующая история развития рельефа района разделена на четыре этапа.

Первый, начальный этап развития рельефа охватывает конец палеогена–ранний неоген. Отсутствие осадков этого времени в северной части Западного Саяна и прилегающей Южно-Минусинской впадине свидетельствует, что площадь в начале неогена служила областью сноса в результате восходящих движений и общего подъема территории. Последние события вызвали активизацию эрозионных процессов, что привело к расчленению и углублению гидрографической сети. Уже в раннем неогене Западный Саян продолжает воздыматься, происходит обособление блоков с различной интенсивностью восходящих движений – Северо-Саянского, Кантегири-Борусского, Джойско-Джебашского, Березовского, являющихся основными морфоструктурами изученной территории. Начинается интенсивный эрозионный врез, углубление речных долин, уничтожение ранее сформированных элементов «древнего» аккумулятивного рельефа.

Второй этап новейшего орогенеза приходится на период позднего неогена–эоплейстоцена. Этап орогенеза был непродолжительным, но важным в формировании рельефа: происходило интенсивное поднятие сформировавшихся морфоструктур Кантегири-Борусского блока.

Поднятие горной области обусловило усиление деятельности рельефообразующих процессов – глубинной и боковой эрозии и обвально-осыпного сноса, что привело к образованию резкорасчлененного крутосклонного рельефа с глубоко врезанными речными долинами. Происходила денудация ранее сформированных форм «древнего» рельефа, формирование в современных границах основных горных хребтов и долин района, вынос продуктов разрушения за пределы горной системы в область аккумуляции – Южно-Минусинскую впадину. В долинообразных понижениях, на склонах в предгорной части впадины шло формирование областей делювиально-пролювиальных и озерно-аллювиальных красноцветных глинистых осадков каспийской свиты и песков. К этому времени относится заложение древней гидросети, формирование древних склонов. В течение эоплейстоцена в палеодолине Енисея накапливался грубый аллювий. К концу главного орогенного этапа была полностью сформирована морфоструктура современного горного рельефа Западного Саяна.

В начале раннечетвертичного времени поднятие территории, а также значительное потепление и увлажнение климата приводят к формированию аллювия террас Енисея. Похолодание в конце нижнего неоплейстоцена установило озерный режим в Южно-Минусинской впадине.

Третий этап проявления тектонических движений охватывает среднечетвертичное время и характеризуется в основном как период экзогенного преобразования рельефа.

В среднечетвертичное время, после превращения Западного Саяна в относительно высокогорную страну, в результате общего похолодания территория испытала горно-долинное оледенение. Следы экзарационного преобразования рельефа хорошо сохранились в пределах Кантегири-Борусского блока (хр. Борус), где вся вершинная поверхность изъедена карами. К концу времени приурочено уничтожение поверхностей «древнего» рельефа в районе гор Пойлова и Буланташ, за исключением крайне незначительных по площади останцов. Происходит формирование троговых участков долин и моренного ландшафта в пределах Кантегири-Борусского блока.

В среднечетвертичную эпоху врезания долины Енисея происходило формирование среднего (30–70 м) уровня эрозионно-аккумулятивных надпойменных террас р. Енисей.

В позднечетвертичное время формировался низкий (7–35 м) комплекс надпойменных террас р. Енисей, происходит переуглубление речных долин еще на 10–30 м, идет заложение и развитие современной разветвленной эрозионной сети. Затухание тектонических движений в Южно-Минусинском и Северо-Саянском блоках способствует широкому развитию делювиально-пролювиальных шлейфов в предгорной части впадины.

В голоценовый этап продолжают тенденции воздымания территории, что проявляется в активности эрозионных и денудационных процессов. Унаследованные поднятия сохранились и продолжали развиваться с разной интенсивностью в пределах блоков. Выявление амплитуд поднятий в настоящее время затрудняется из-за действия интенсивных экзогенных процессов. Однако широкое развитие высоких пойм по долинам рек площади свидетельствует о том, что общее поднятие территории продолжается, имеет место переуглубление речных долин еще на 1–3 м.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Особенности геологического развития региона определили широкий спектр полезных ископаемых, выявленных на площади. Несмотря на широкий видовой состав, основные перспективы развития минерально-сырьевой базы территории связаны с освоением месторождений золота, каменного угля, строительных материалов и, в меньшей степени, горнотехнического сырья. Перспективы открытия промышленных объектов металлических ископаемых ограничены.

ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Месторождения и проявления горючих полезных ископаемых расположены в северной части территории листа и связаны с герцинскими структурами Южно-Минусинского прогиба и перекрывающими их отложениями четвертичного возраста.

НЕФТЬ И ГАЗ

Утвержденных балансовых запасов и апробированных прогнозных ресурсов углеводородов на площади на сегодня не имеется. Тем не менее, в результате нефтепоискового бурения, проведенного в 1948–1963 гг. в Южно-Минусинской впадине было выявлено пять площадей, перспективных на углеводородное сырье. Одна из них – Новомихайловская, признанная наиболее перспективной, расположена на площади листа.

Газ горючий. Новомихайловское газоконденсатное проявление (I-3-1) приурочено к одноименной антиклинали, откартированной в 1940-х годах и позднее подтвержденной результатами геофизических исследований и глубокого бурения [21, 22]. Это сравнительно пологая структура шириной 7 км, вытянутая в восточно-северо-восточном направлении на 23–24 км. Амплитуда ее не превышает 500–800 м. Ядро антиклинали сложено отложениями самохвальской и кривинской, крылья – соломенской и ямкинской свит нижнего карбона. Из восьми скважин, пробуренных на проявлении, семь дали притоки газа с конденсатом из отложений илеморовской и, частично, бейской свит. Наиболее мощный приток газа, по визуальной оценке около 1 млн м³/сут, отмечен при аварийном выбросе из скв. 1 из отложений илеморовской свиты с глубины 2540 м [21, 22]. Вместе с метановым газом отмечено выделение бесцветного легкого конденсата. В скв. 7 из отложений илеморовской и аскизской свит наблюдалось выделение газа с дебитом 260–600 м³/сут. Вместе с газом собрано немного нефти. Содержание метана в свободном газе – 60–80 %, тяжелых углеводородов – до 27 %, азота – 15–30 %, гелия – до 12 %.

По результатам анализа имеющегося материала, ресурсы газа Новомихайловского проявления по категории D₁ оцениваются в 28,25 млрд м³ [21, 22]. Ресурсы не апробировались. С 2007 г. площадь проявления лицензирована, выполнен комплекс геофизических исследований, начаты буровые работы.

ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Представлены месторождениями каменного угля и торфа.

Уголь каменный. Единственное крупное *месторождение Бейское* расположено в северо-западной части площади. Под названием «Месторождение горы Сосновой» впервые описано

В. И. Яворским в 1920 г. Поисково-разведочные работы проведены в 1950–1953 и 1963–1969 гг. [66ф]. В 1922–1926 и 1931–1965 гг. обрабатывалось подземным способом.

Месторождение приурочено к Бейской синклинали, вытянутой в широтном направлении на 33 км при ширине 5–12 км. Складка представляет собой асимметричную структуру с углами падения 5–20° на северном крыле и 30–50° – на южном. Сложена угленосными отложениями, охватывающими интервал от низов среднего карбона до нижней перми включительно. По спорово-пыльцевому комплексу и флоре они разделены на шесть свит. Соленоозерская (C_2so) и сарская (C_2sr) свиты содержат до девяти пластов угля; в том числе пласты № 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. В черногорской свите (C_2cr) установлено до 14 угольных пластов с седьмого по двадцатый. В вышележащей побережной свите (C_{2-3pb}) установлено до четырех пластов: 20а, 21, 22 и 23. Белоярская свита (C_3bl) содержит 13 угольных пластов с 23а по 35 включительно. Завершает разрез угленосных отложений нарылковская свита (P_{nr}) с восьмью пластами – с 36 по 42. Мощность угленосных отложений в центральной части мульды достигает 1400 м. В их составе установлено до 48 пластов угля мощностью до 12 м. Количество пластов довольно сильно варьирует как по простиранию, так и падению. На разных участках мульды подсечены разные свиты и разное суммарное количество кондиционных и некондиционных пластов. Наиболее выдержанные пласты – 16, 19 и 34 в черногорской и белоярской свитах.

Угли Бейского месторождения относятся к каменным энергетическим марок Д и Г [50]. Состав на горючую массу (%): углерод – 79,1–80,4, водород – 5,3–6,0, азот – 2,0–2,4, кислород – 10,4–15,1. Угли малосернистые (0,2–0,5 %), малофосфористые (0,04–0,05 %). Из попутных компонентов установлены повышенные содержания германия и скандия в золе пластов 16а и 19. Согласно технологическим исследованиям, угли месторождения являются высококачественным энергетическим топливом, пригодным для сжигания в котельных крупных электростанций, среднеобогатимые, склонны к возгоранию. Содержание токсичных элементов ниже ПДК. Угольная пыль взрывоопасна.

Месторождение изучено на глубину 1200 м, до глубины 300 м подсчитаны запасы для открытой и подземной отработки, оценены прогнозные ресурсы. По запасам месторождение относится к крупным. По состоянию на 1.01.2007 г. балансовые запасы категорий А + В + С₁ составляют 2780 млн т, категории С₂ – 343 млн т. Забалансовые запасы – 15 млн т. Прогнозные ресурсы категории Р₁ оценены в 3980 млн т, категории Р₂ – 1380 млн т [20]. Девяносто процентов разведанных запасов пригодно для открытой отработки. С учетом особенностей геологического строения на месторождении выделено девять добычных участков, расположенных вдоль простирания угольных пластов: Западный, Аршановский-1 и -2, Майрыхский, Кирбинский, Чалпан, Сосновоозерский-1 и -2 и Центральный. Четыре последних частично или полностью расположены на рассматриваемой площади.

Участок Чалпан (I-2-1) площадью около 13 км² расположен в восточной части Бейской мульды. В пределах участка, в отложениях черногорской свиты вскрыто 32 угольных пласта, из которых 14 являются рабочими. Падение пластов довольно пологое – от 5 до 15° на юг и на север. Установлено значительное колебание мощности и количества пластов по простиранию за счет их слияния. В восточной части участка отмечено выгорание с поверхности на пластах 16а, 19 и 19в. В 2001 г. на участке введен в эксплуатацию карьер ООО «Восточно-Бейский разрез». При проектной мощности 2 млн т/год максимальная производительность, достигнутая в 2006 г., составила 1,5 млн т угля. По состоянию на 1.01.2015 г. Государственным балансом запасов РФ учитываются запасы каменного угля на участке Чалпан всего 353,68 млн т, в том числе 83,11 млн т по категории А; 112,366 млн т по категории В; 158,204 млн т по категории С₁.

Участки Сосновоозерский-1 и -2 (I-1-1) расположены на южном крыле Бейской мульды, протягиваясь в широтном направлении вдоль выхода угленосной толщи на 7,5 км при ширине до 3 км. Западное окончание уходит за рамку листа. В пределах участка, в отложениях черногорской и сарской свит установлен 21 угольный пласт, из которых 19 являются рабочими. Отличительной чертой геологического строения участка является более крутое, от 10 до 40–50°, падение пластов и развитие крутопадающих (60–70°) дизъюнктивов с амплитудой до 40 м. Угли участка считаются пригодными для шахтной отработки. По состоянию на 1.01.2015 г. Государственным балансом запасов РФ запасы каменного угля на участке составляют всего 334,928 млн т угля, в том числе категории А – 62,629 млн т, категории В – 126,928 млн т, категории С₁ – 130,432 млн т, забалансовые – 14,939 млн т.

Участок Центральный (I-1-2) площадью 13 км² расположен в центральной части мульды. В пределах территории листа находится его южная половина. В отложениях белоярской и нарылковской свит установлено 17 угольных пластов, из которых семь относятся к рабочим. Характерной особенностью геологического строения участка является пологое, под углами 2–7° падение пластов к центру мульды. По состоянию на 1.01.2015 г. Государственным балансом запасов РФ учитываются запасы каменного угля на участке 123,89 млн т по категории С₁.

В целом месторождение надежно обеспечено запасами и ресурсами для наращивания мощностей по добыче угля.

Торф. Установлено три *месторождения*, расположенные в северо-восточной части площади – *Большешушенское (I-4-18)*, *Каптыревское (I-4-20)* и *Иджинское (II-4-15)*. Месторождения известны с 1930-х годов, периодически, в небольших объемах, обрабатывались до 1961 г. Детально разведаны в 1977 г. геолого-поисковой экспедицией Новосибирского управления.

На Каптыревском месторождении, расположенном в 12 км юго-западнее пос. Шушенское, разведано два сближенных участка, вытянутых на 4,2 км при ширине до 2,2 км. Торфяной пласт средней мощностью 2,1 м представлен низинной залежью с качественными показателями: зольность – 25 %, влажность – 82 %, степень разложения – 35 %. Содержание (%) N – 1,7–2,5, S – 0,5–1,0, CaO – 4,9–15,8, P₂O₅ – 0,1–0,2. По агрохимическим свойствам торф можно использовать в качестве топлива и для производства удобрений на торфяной основе. Запасы торфа утверждены ТФ НГУ протоколом № 6 в 1978 г. По состоянию на 1.01.2002 г. запасы торфа составляют: балансовые категории А – 1495 тыс. т и забалансовые – 772 тыс. т [32]. Месторождение не обрабатывалось, на 1.01.2014 г. запасы без изменения.

Расположенные рядом Большешушенское и Иджинское месторождения отличаются площадью разведанных участков и меньшей мощностью пласта торфа. Качественные показатели торфа аналогичны Каптыревскому месторождению.

Имеются перспективы для наращивания запасов за счет изучения новых площадей. По Большешушенскому месторождению запасы торфа составляют 604 тыс. т, в том числе: балансовые категории А – 393 тыс. т, категории С₂ – 170 тыс. т и забалансовые – 41 тыс. т. По Иджинскому месторождению числятся балансовые запасы категории А в количестве 422 тыс. т и забалансовые в количестве 156 тыс. т [32]. На 1.01.2015 г. запасы без изменения.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Железо. Установлено 11 пунктов минерализации железа на двух стратиграфических уровнях: в базальт-кремнисто-глинистых отложениях амыльской свиты венд-кембрийского возраста и в метаэффузивах нижнемонокской свиты раннего кембрия.

В отложениях верхнеизербельской подсвиты и амыльской свиты среди орто- и парасланцев установлены маломощные, 0,3–3,5 м, не выдержанные по простиранию линзы кварцитов с неравномерной вкрапленностью гематита и магнетита. Иногда гематит обособляется в тонкие мономинеральные полоски шириной 1–5 мм (III-2-12 26; III-3-15, 16; IV-1-5, 9). По результатам химического анализа штуфных проб из обогащенных участков, содержание валового железа изменяется от 17 до 36 %.

В нижнемонокской свите минерализация в виде неравномерной вкрапленности линзочек и маломощных прожилков магнетита, реже гематита, установлена в metabазальтах (II-2-8, II-3-4, 5), лимонитизированных metabазальтах (II-3-1) и свалах бурых железняков (II-3-2). Содержание валового железа в штуфных пробах из обогащенных участков составляет 14–33 %.

В первом случае оруденение несет признаки формации железистых кварцитов, во втором является составной частью медноколчеданного оруденения.

Всем пунктам минерализации из-за незначительных размеров дана отрицательная оценка [49ф, 57ф, 58ф].

Хром. Хромитовая минерализация связана с серпентинизированными гипербазитами борусского габбро-гипербазитового комплекса, в породах которого постоянно присутствует хромшпмнелид в количестве 0,5–3,0 % [49ф]. Поисковыми работами на хромиты, проведен-

ными в 1962–1964 гг. [46ф], охвачены восточная часть Борусского, Березовский и Малошущенский массивы. Позднее, при проведении геологосъемочных работ [49ф, 57ф, 58ф] изучена хромитоносность оставшейся части Борусского массива и небольших тел гипербазитов Изыхского офиолитового пояса. В результате установлено около десятка объектов в ранге проявлений, пунктов минерализации, вторичных и шлиховых ореолов рассеяния. Все проявления и пункты минерализации относятся к хромитовой рудной формации.

Проявление Сизинское (Ш-4-7), расположенное в восточной части Березовского массива, представляет собой полосу антигоритовых серпентинитов размером $1,5 \times 50$ м с неравномерной акцессорной вкрапленностью хромита в количестве 3–10 %, с содержанием Cr_2O_3 на обогащенных участках 2,3–4,4 %.

Проявление Понятинское (Ш-4-16) находится в центральной части Березовского массива, в 6 км юго-западнее Сизинского. При поисковых работах на хромиты [46ф] установлены делювиальные обломки серпентинитов с прожилково-вкрапленной минерализацией с содержанием Cr_2O_3 7,5, 19,5 и 29,0 %. В коренном залегании оруденение не выявлено.

Установленные пункты минерализации представляют собой участки серпентинитов площадью в первые десятки квадратных метров, с рассеянной вкрапленностью хромита 3–5 % (Ш-1-8, Ш-2-7), иногда сопровождаемой магнетитом (Ш-4-2). И только в восточной части Борусского массива в серпентинизированных гарцбургитах с рассеянной вкрапленностью установлена линза размером 3×10 см с содержанием хромита около 30 % (IV-3-6).

Крупные массивы Борусский, Березовский, Малошущенский хорошо отражаются вторичными (IV-3-3) и шлиховыми ореолами (IV-3-12). Содержание хрома в пробах по потокам рассеяния достигает 0,5%. В повышенных концентрациях присутствуют никель, реже кобальт. Восточная часть Борусского массива фиксируется комплексной металлометрической аномалией с содержанием Cr – 0,2–1,0 %, Ni – 0,1–0,2 %, Co – до 0,1 % (IV-3-3). Клипы Изыхского пояса фиксируются одиночными пробами донных осадков с повышенным содержанием хрома, реже никеля.

Известные проявления и пункты минерализации из-за незначительных размеров и низкого содержания Cr_2O_3 оцениваются отрицательно.

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Медь. Медное оруденение представлено 43 объектами – одним месторождением, восемью проявлениями, 23 пунктами минерализации, шестью вторичными геохимическими ореолами рассеяния и пятью шлиховыми ореолами. Отмечается пространственная приуроченность большинства из них к тектоническим зонам в сланцах и metabазальтах, ниже- и верхнемонокской свиты нижнего кембрия и реже к зонам дробления в пределах Борусского офиолитового пояса. Кроме того, в повышенных концентрациях она присутствует в проявлениях других металлических ископаемых. Выделяется широкий спектр генетических и формационных типов оруденения: медноколчеданный, гидротермальный медно-кварц-сульфидный и вулканогенно-осадочный в медистых песчаниках.

Медноколчеданное оруденение представлено Майнским месторождением и многочисленными проявлениями и пунктами минерализации, приуроченными к метавулканикам нижнемонокской свиты вдоль ближнего экзоконтакта Средне-Енисейского массива майнского габбро-плагиогранитного комплекса.

Малое месторождение Майнское (II-2-10) расположено на правом берегу р. Енисей в километре северо-западнее пос. Майна. Известно с 1738 г., изучалось в 1916–1917, 1930–1934 и 1946–1960 гг. [56ф]. С 1956 г. в течение нескольких лет эксплуатировалось. Оруденение приурочено к зоне дробления мощностью до 40 м, прослеженной в широтном направлении на 600 м, при крутом падении на юг. В пределах зоны установлено 27 кулисообразных сульфидных рудных тел мощностью 0,5–15,0 м, протяженностью до 50 м, прослеженных на глубину до 140 м. Руды сложены частым чередованием слоев мощностью до 20 мм пиритового, халькопиритового, сфалерит-пиритового и пирротинового состава. Зона окисления развита до глубины 70–120 м. Содержание (%): Cu – 0,3–4,5; Zn – 0,2–4,9; Co – 0,01–0,03; S – до 60. В повышенных концентрациях присутствуют Se, Te, Cd, In и Au. За время эксплуатации добыто 12,2 тыс. т меди, 200 т цинка и 1,2 т кобальта. На балансе числилось 10,8 тыс. т меди, 8,9 тыс. т цинка, 343 т кобальта, 1974 тыс. т серы. По результатам переоценки 1960–1975 гг. остаточные запасы меди, цинка и кобальта, а также запасы серы списаны с баланса как утратившие промышлен-

ное значение [20]. Перспективы наращивания запасов за счет изучения ближайших флангов и глубоких горизонтов исчерпаны.

К медноколчеданной рудной формации относятся Кальское (II-1-6), Амайское (II-2-5), Никитинское (II-3-3) и Тойлык (II-4-2) проявления, изученные с поверхности канавами и скважинами на глубину до 200 м [48ф, 57ф, 58ф]. Кальское и Никитинское проявления обрабатывались в XVIII веке.

Проявление Тойлык (II-4-2) приурочено к зоне мощностью до 100 м пропилитизированных metabазальтов прослеженной в субширотном направлении на 300 м. В пределах зоны вскрыто несколько кулисообразно залегающих участков отбеленных пород кварц-серицит-хлоритового состава, пропитанные гидроокислами железа. По результатам опробования выделено до 10 разобщенных интервалов мощностью 1–20 м с содержанием меди 0,1–1,27 %. В повышенных концентрациях присутствуют Zn – до 0,1 %, Co – до 0,02 % и As – до 0,001 %. Зона окисления прослежена скважинами на глубину 50 м. Характер минерализации с глубиной не меняется. Ниже зоны окисления вскрыты слабо измененные вулканы с неравномерной (до 5–7 %) вкрапленностью пирита и реже халькопирита. Содержание меди, по результатам анализа керновых проб, не превышает 0,1–0,2 %.

Остальные проявления по условиям локализации оруденения и уровню содержания меди аналогичны Тойлыкскому. Лишь для Кальского проявления отмечается, что «...анализ точечных проб показал содержание меди 1,8 %, цинка 0,1–0,2 %...» [48ф], ввиду незначительных масштабов все проявления оценены отрицательно [48ф, 57ф, 58ф].

К медно-кварц-сульфидной формации отнесены три проявления.

Усть-Кальское (II-2-3), расположенное на водоразделе рек Калы и Вторые Калы, представляет собой минерализованную зону дробления в гранитоидах майнского габбро-плаггиогранитного комплекса. Основная минерализация связана с кварцевой жилой мощностью до 1,2 м, прослеженной по простиранию почти на 500 м. Кварц несет неравномерную, в основном убогую вкрапленность халькопирита с корочками малахита. Редко встречаются участки с гнездобразными скоплениями халькопирита, на которых содержание меди достигает 1,0–1,5 % [57ф, 58ф].

Проявление Каялыкское (IV-1-10) расположено в верховьях одноименного ручья. Известно с 1930-х годов, опойсковано в 1982 г. [49ф]. Оруденение локализовано в пара- и ортосланцах верхнеамыльской подсветы венд-раннекембрийского возраста, контролируясь системой разрывных нарушений восточно-северо-восточного простирания. Вмещающие породы в зонах нарушений неравномерно амфиболизованы, эпидотизированы и окварцованы. Зоны окварцевания по вмещающим породам шириной 3–30 м обогащены системой сближенных карбонатно-кварцевых прожилков и жилами мощностью до 0,4 м. Оруденение представлено неравномерной вкрапленностью пирита и халькопирита, установлено в орто- и парасланцах и дайках гранит-порфиров. В окварцованных зонах минерализация более богатая с гнездовой вкрапленностью сульфидов размером до 20 см. Содержание меди во вмещающих породах – 0,03–0,2 %, в зонах окварцевания – 0,1–1,28 %. Наряду с медью в повышенных концентрациях присутствуют Pb – до 0,06 %, Zn – до 0,08 %, As – до 0,03 %, Ag – 0,1–10 г/т, Au – до 0,2 г/т. На площади 500 × 6000 м, вытянутой вдоль разрывных нарушений, установлено более 10 разобщенных интервалов шириной 1–30 м с содержанием меди 0,1–1,28 %. Прогнозные ресурсы по категории P₂ на глубину 200 м при среднем содержании 0,4 % оценены в 700 тыс. т меди [49ф]. Ресурсы не апробировались. Низкое содержание меди не позволяет рассматривать объект как перспективный на прогнозирование месторождения.

На проявлении Пойловское (Сойотское) (III-2-23) в парасланцах серицит-хлорит-карбонатного состава изербельской свиты вендского возраста установлена зона окварцевания 10 × 70 м с неравномерной вкрапленностью халькопирита. Содержание: меди – 0,05–0,35 %, цинка – до 0,2 %, золота (в одной пробе) – 0,4 г/т. Ввиду незначительных масштабов проявление оценено отрицательно.

Формация медистых песчаников представлена двумя проявлениями в западной части площади в терригенно-вулканогенных отложениях тимиртасской свиты нижнего девона.

На проявлении Катмор (II-1-7) линзы медистых песчаников прослежены по простиранию до 100 м при мощности 0,1–1 м (в раздувах до 3 м). Содержание меди 0,3–1,5 % [49ф].

На проявлении Дехановское-2 (II-1-12) среди красноцветных песчаников вскрыто пять прослоев песчаников серого цвета с вкрапленностью халькопирита, самородной меди и налетами малахита. Химический анализ бороздовых проб показал содержание меди от 0,5 до 2,1%. Однозначной оценки проявление не получило [58ф].

Пункты минерализации представляют собой маломощные зоны дробления преимущественно в вулканитах и сланцах ниже- и верхнемонокской свит (II-1-1, 11; II-2-9, 11, 12; II-4-1, 8; III-1-5; III-2-3, 10 и др.), реже в гранитах (II-1-2, 3, 4, 9) и кварцитах (II-3-8). Вторичные ореолы рассеяния (II-1-5; II-2-6; III-1-2; IV-1-8; IV-2-11; IV-3-7) характеризуются содержанием меди от 0,01 до 0,08%, в отдельных пробах в повышенных концентрациях присутствуют свинец, цинк и иттрий.

Шлиховые ореолы (IV-1-1, 3, 7; IV-2-26; IV-4-8) с содержанием халькопирита 1–9 знаков установлены в южной половине площади листа в зонах разломов, оперяющих Борусский офиолитовый пояс. Наряду с халькопиритом в единичных пробах присутствуют знаки шеелита, пирита и галенита.

Свинец, цинк. Три проявления полиметаллов на площади относятся к свинцово-цинковой жильной формации гидротермального генезиса. Оруденение локализуется на различных уровнях турунташской толщи венд-раннекембрийского возраста в зоне разрывных нарушений, ограничивающих крупные структурные блоки. Цинк присутствует в рудах Майнского месторождения (добыто 0,2 тыс. т) и проявлениях медно-колчеданной формации.

Проявление Малокашкаретское (III-4-13), расположенное в правом борту р. Бол. Берёзовая, выявлено при проведении геологической съемки масштаба 1 : 50 000 [49ф]. В серицит-хлорит-кварцевых сланцах, метапесчаниках, кварцитах и мраморизованных известняках оконтурена минерализованная зона дробления мощностью до 300 м, с перерывами прослеженная в восточно-северо-восточном направлении почти на 4000 м. По простиранию зоны на правобережье р. Мал. Кашкарет установлены четыре участка с прожилково-вкрапленным полиметаллическим оруденением, представленные разноориентированными кварцевыми прожилками с сульфидами на площади 800 × 300 м. В протолочках определены галенит, церуссит, халькопирит, малахит, ковеллин, единичные зерна пироморфита, каламина, арсенопирита, скородита, пирита, пирротина и магнетита. По результатам опробования магистральной канавы на первом участке выделено 11 интервалов мощностью 1–8 м с содержанием свинца – 0,05–1,18 %, цинка – 0,03–0,37 %, меди – 0,03–0,65 %. В повышенных количествах присутствуют Мо – до 0,01 %, реже Ag – до 50 г/т, As – до 0,05 %, Вi до 0,008 % и Sb до 0,05 %. На золото пробы не анализировались. На остальных участках вскрыто от одного до трех интервалов с повышенным содержанием сульфидов. Характер минерализации и уровень содержания элементов аналогичен первому участку. Установленные участки укладываются в рудную зону протяженностью 4000 м при ширине до 200 м, представляющую собой зону дробления, в пределах которой формировались линейные штокверки с полиметаллическим оруденением.

Прогнозные ресурсы проявления по категории P₂ на глубину 300 м оцениваются: свинец – 77 тыс. т при среднем содержании 0,8 %, цинк – 30 тыс. т (0,31 %), медь – 17 тыс. т (0,39 %). Жильный формационный тип и невысокие содержания полезных компонентов не позволяют рассматривать проявление как перспективное для постановки поисковых работ.

На *проявлении Подъемное II* (III-4-19), расположенном в 7 км западнее, в окварцованных доломитистых известняках оконтурен участок размером 0,5 × 7 м с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией. Сульфиды в значительной степени замещены лимонитом, малахитом и азуритом. Содержание цинка – 0,6–1,5 %, меди – до 0,5 %. В повышенной концентрации присутствуют кадмий, висмут и серебро.

На *проявлении Уйское* (III-2-6), расположенном в зоне Кандатского надвига, минерализованная зона мощностью до 20 м прослежена в широтном направлении на 400 м. На поверхности первичные сульфиды окислены, с глубины 3–5 м разно ориентированные кварцевые прожилки несут неравномерную вкрапленность пирита, сфалерита и галенита. Содержание (%) свинца – 0,03–0,45, цинка – 0,15–0,85 кобальта – до 0,002, молибдена – до 0,001. Из-за незначительных размеров всем проявлениям дана отрицательная оценка [57ф].

Геохимическим опробованием установлены четыре комплексных вторичных ореола рассеяния с содержанием свинца до 0,1 % и цинка до 0,2 % (III-4-4, 6; IV-4-3, -9). В повышенных концентрациях свинец и цинк присутствуют во вторичных ореолах меди (IV-1-8) и молибдена (III-3-19). Единичные знаки галенита отмечены в шлиховом ореоле меди (III-2-25), а также в шлихах в районе известных проявлений.

Никель, кобальт. В качестве попутного компонента кобальт извлекался из массивных медных руд Майнского медноколчеданного месторождения. За время эксплуатации получено 1200 кг металла.

Значимые объекты с никелевой минерализацией не установлены. Четыре пункта минерализации, связанные с гипербазитами борусского габбро-гипербазитового комплекса, приурочены к клиппам Изыхского пояса, в пределах Борусского массива связаны с вкрапленностью никельсодержащих сульфидов в гипербазитах [49ф].

В пункте минерализации III-3-2 широтная зона дробления мощностью 20–30 м с крутым падением на юг, прослеженная скважиной на глубину 80 м, сложена «заохренными сланцами, кварц-карбонатными породами и габброидами с редкими гнездами бурых железняков» [57ф]. Содержание никеля в кварц-карбонатных породах – до 0,13 %, кобальта – до 0,02 %. Микроскопическими исследованиями установлено присутствие силиката никеля [57ф].

В пункте минерализации III-1-6 содержание никеля в оталькованных серпентинитах и листовитах 0,20 и 0,25 % соответственно. Минеральная форма не установлена.

В пунктах минерализации III-1-7 и III-2-4 содержание никеля в серпентинитах, по данным спектрального анализа штучных проб, – 0,1–0,3%, кобальта – до 0,03 %, хрома – до 1 %.

Никель до 0,2 % установлен во вторичном ореоле рассеяния IV-3-3 вместе с хромом и кобальтом.

Молибден, вольфрам. Установлены два проявления и пять пунктов с молибден-вольфрамовой минерализацией. Повышенные концентрации элементов отмечены в двух вторичных и одном первичном ореолах рассеяния. По результатам шлихового опробования выделено шесть шлиховых ореолов и потоков шеелита.

Немногочисленные проявления и пункты минерализации молибдена и вольфрама несут признаки апогранитовой грейзеновой формации гидротермально-метасоматического генезиса. Оруденение локализуется в гранитоидах джойского и большепорожского комплексов или в их ближайшем экзоконтакте.

Проявление Среднекарынзальское (III-3-22) расположено в западной части Сизинского массива. Здесь установлена грейзенизация тоналитов с развитием прожилков мусковит-альбит-кварцевого состава. Протяженность грейзенизированной зоны составляет 50 м. В прожилках и гранитоидах определены: молибден до 0,01 %, вольфрам до 0,02 %, литий до 0,001 %, иттрий до 0,003 %. В повышенных количествах присутствуют медь, свинец и цинк [49ф].

Проявление Говорихинское (IV-3-16) находится на левом склоне долины р. Абдыр в экзоконтакте небольшого массива гранитоидов большепорожского комплекса. Вмещающие сланцы амьельской свиты инъецированы апофизами гранитов, разноориентированными прожилками кварца и превращены в кварц-полевошпат-эпидот-амфиболовые роговики и неравномерно минерализованы. Установлено 12 разобщенных интервалов мощностью 1–2 м с содержанием (%): W 0,01–0,05, Mo до 0,005, Pb 0,01–0,05, Cu до 0,02.

Пункты минерализации представляют собой незначительные по размерам участки слабо проявленной альбитизации (IV-2-2) и грейзенизации (III-2-20) в гранитоидах или участки окварцевания вмещающих пород (IV-4-7) с повышенной концентрацией молибдена (0,005–0,03 %), вольфрама (до 0,03 %), реже ниобия, лития, бериллия, иттрия, меди, свинца и цинка. В пробах-протолочках из гранитов Аланского массива определены: алланит (39 г/т), фергусонит (5 г/т), единичные знаки браннерита, флюорита, шеелита, молибденита и галенита [49ф].

Повышенные концентрации молибдена и вольфрама установлены в гранитах апикальной части Аланского массива (III-2-11) и во вторичных пробах почв и донных осадках на площади Аланского массива (III-2-17, III-3-19), совместно с бериллием, иттрием и литием.

В притоках р. Бол. Бабик, размывающих северный склон Аланского массива, установлены геохимические потоки с содержанием молибдена 0,001–0,003 % (III-2-8, -9)

В шлиховых потоках рассеяния и ореолах вольфрам установлен в виде шеелита с содержанием от единичных знаков до 0,5 г/т. Наряду с ним в единичных пробах присутствуют халькопирит, фергусонит, касситерит и флюорит (III-2-24).

Ввиду незначительного масштаба и низких содержаний все объекты с молибден-вольфрамовой минерализацией оцениваются отрицательно [49ф].

РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Ниобий. Повышенные содержания ниобия тесно связаны с гранитами джойского гранитного комплекса раннедевонского возраста. По спектральному анализу точечных проб содержание

ниобия в грейзенизированных гранитах Аланского массива составляет 0,01–0,03 %, лития – до 0,03 %, бериллия до – 0,002 % (Ш-2-20, 21). В протолочках установлены весовые содержания фергусонита. Практического значения установленные пункты минерализации не имеют.

Редкие земли. Проявление редких земель Скальное (Ш-4-20) расположено в долине среднего течения р. Бол. Кашкарет. Выявлено при геологической съемке масштаба 1 : 50 000 [49ф]. Оруденение локализовано в зоне Кантегири-Абдырского взбросо-надвига, в ближнем экзоконтакте Сизинского массива большепорожского гранитоидного комплекса с породами турунташской толщи, где установлено два тела метасоматитов размером 1–3 × 11 и 2 × 3 м. Метасоматиты сложены олигоклаз-альбитом (до 50 %), кварцем (30–40 %), биотитом (до 5 %), мусковитом (до 3 %), алланитом (от 1 до 22 %), цирконом, апатитом и титанитом. Оруденение гнездово-вкрапленное, крайне неравномерное. Содержание суммы редких земель 0,01–0,5 % (в гнездах до 10 %), тория 0,01–0,42 %, циркона 0,006–0,4 %, урана 0,02–0,04 %. В повышенных концентрациях присутствуют молибден, цинк, свинец и медь. Основным минералом, содержащим редкие земли является алланит – 22 % суммы редких земель. Редкие земли принадлежат к цериевой группе и содержат (%): Ce_2O_3 – 5–8,5, La_2O_3 – 4,2–6,2, Nd_2O_3 – 1,8–2,7, Pr_2O_3 – 0,4–0,8, Sm_2O_3 – 0,08, Gd_2O_3 – 0,01–0,05.

Ресурсы проявления не оценивались.

Повышенное содержание редких земель цериевой группы установлено на проявлении урана Березовское-1 (Ш-4-12).

В левом притоке р. Голубая, вблизи Курумынского гранитоидного массива установлен шлиховой поток монацита (Ш-3-17) с содержанием от единичных знаков до 0,04 г/м³. В шлихах присутствуют шеелит, браннерит и тетрадимит.

БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Золото рудное представлено малым месторождением, проявлением и немногочисленными пунктами минерализации, в которых установлено повышенное содержание металла.

Месторождение Малошущенское (П-4-10) расположено в правом борту долины р. Мал. Шушь, относится к золоторудной малосульфидной формации гидротермального генезиса. Выявлено в 1937 г., интенсивно изучалось с одновременной отработкой с 1938 по 1956 г. В 1980 г. на площади месторождения проведены геохимические поиски, в 1983–1985 гг. общие поиски [49ф], а в 2001–2007 гг. выполнены поисково-оценочные работы [45ф]. За этот период месторождение изучено с поверхности и на глубину 200 м подземными выработками, скважинами и магистральными канавами. Остаточные запасы золота на 1.01.2010 г. оцениваются в 8,1 т по категории С₁ [45ф]. Прирост ресурсов ограничен.

Месторождение локализуется в отложениях нижнемонокской свиты раннего кембрия в зоне Кандатского надвига. Оруденение представлено золотосульфидно-кварцевыми жилами мощностью до 0,5 м, довольно выдержанными по простиранию (100–200 м) и падению (100–115 м) и зонами прожилкового окварцевания [8]. Кварц в золотосодержащих жилах серый крупнокристаллический содержит в небольших количествах сидерит, кальцит, халькопирит, борнит, гематит, реже галенит. В зоне окисления до глубины 80 м присутствуют малахит, азурит, куприт. Распределение золота неравномерное столбовое, содержание в жилах 7–8 г/т. Крутопадающие зоны прожилкового окварцевания приурочены к интенсивно рассланцованным и обохренным филлитам, пронизанным прожилками, линзами и гнездами серого кварца. В виде гнезд в них присутствуют скопления железистых охр, в которых часто находится видимое золото. Мощность зон – от нескольких десятков сантиметров до первых метров. Распределение золота в них неравномерное. Повышенные концентрации металла наблюдаются на участках интенсивной обохренности. Содержание золота в прожилковых зонах от следов до 91 г/т. За период эксплуатации на месторождении добыто 1,1 т золота. На 2007 г. балансом учитывалось 2360 кг забалансовых запасов металла. Прогнозные ресурсы ближних флангов месторождения оценены в 6,2 т по категории Р₁ и 18,7 т по категории Р₂. Эта оценка была принята НТС ГУПР по Красноярскому краю по состоянию на 1.01.2003 г. При апробации в ЦНИГРИ ресурсы не учтены. ТКЗ Красноярскнедра протоколом № 703 от 25.11.2008 г. утвердил балансовые запасы Малошущенского месторождения согласно выполненному пересчету по категории С₂. За прошедший период геологоразведочные работы на месторождении не проводились. Таким обра-

зом, по состоянию на 1.01.2014 г. запасы золота Малошущенского месторождения по категории С₂ до глубины 100 м составляют 7,7 т при среднем содержании 1,9 г/т. Учитывая высокую степень изученности месторождения, перспективы наращивания запасов оцениваются ограниченно. Наиболее реальным представляется изучение дальних флангов, где установлены вторичные ореолы рассеяния и пункты минерализации.

На *проявлении Мишин Лог* (II-3-7) в филлитах нижнемонокской свиты раннекембрийского возраста вскрыты две кварцевые жилы. При мощности 0,3–1,0 м они прослежены в субширотном направлении 50 и 140 м. Содержание золота в жилах – от 0,1 до 1,0 г/т, в филлитах – следы.

Пункты минерализации (II-4-12, 13, 14; IV-4-4,6) представлены кварцевыми прожилками и окварцованными зонами дробления с содержанием золота от 0,03 до 0,8 г/т. В пространственном их размещении отмечается приуроченность к зонам нарушений разделяющим блоки первого порядка.

Золото, в количестве до 1 г/т, присутствует в рудах Майнского медно-колчеданного месторождения и некоторых проявлениях меди.

По результатам опробования донных осадков установлено пять ореолов (II-2-1, II-3-6, III-1-1, 9; III-4-1) и один поток (IV-3-14) с повышенной концентрацией золота. Ореол II-3-6 объединяет девять проб с содержанием золота 0,006–0,020 г/т. В трех пробах содержание мышьяка – 0,006–0,008%. Ореол III-4-1 объединяет десять проб с содержанием золота 0,008–0,060 г/т. В трех пробах повышенное содержание мышьяка и меди. Остальные ореолы характеризуются меньшей площадью и содержанием золота.

Золото в шлихах в количестве 1–2 знака установлено в среднем течении р. Уй и в ручьях, дренирующих висячий бок Брусского офиолитового пояса (III-4-17, IV-4-1,5, IV-3-14). В потоке IV-3-14 слабоокатанное пластинчатое золото размером 0,1–0,5 мм установлено в 12 пробах в количестве 1–12 знаков.

Золото россыпное представлено тремя малыми месторождениями и двумя проявлениями, которые разведывались и обрабатывались в основном в первой половине прошлого века. Сведения о строении россыпей и количестве добытого из них металла не полные.

Россыпь р. Сизая (II-3-9) расположена в приустьевой части одноименной реки. Золото установлено в гравийно-галечных отложениях поймы и третьей надпойменной террасы. Золотоносный пласт мощностью 0,5–1,0 м приурочен к нижней части отложений, проникая в плотик на 0,3 м. Распределение золота крайне неравномерное, содержание колеблется от знаков до первых г/м³. Встречались самородки до 0,4 кг. Месторождение с перерывами обрабатывалось до 1948 г. Добыто учтенного золота 135 кг. Месторождение учитывается как объект Госрезерва. На 1.01.2003 г. забалансовые запасы составляли 740 тыс. м³ песков (177 кг металла) при среднем содержании золота 239 мг/м³ [32]. По состоянию на 1.01.2015 г. запасы не изменились.

Россыпь по р. Мал. Шушь (II-4-9) разведывалась в 1936–1940 гг. на отрезке долины от Малошущенского месторождения вниз по течению на 3,5 км. Сведения о результатах не сохранились. Числившиеся на 1.01.1961 г. запасы в количестве 88 кг (среднее содержание 1,2 г/м³) переведены в ресурсы категории Р₁ [32]. По состоянию на 1.01.2015 г. ресурсы не изменились.

Аллювиальная россыпь по ключам Антоновский и Щелкунья (II-4-11) обработана с содержанием 1 г/м³. Добыто 4,9 кг металла.

Россыпное проявление по р. Голубая (III-3-9) разведывалось и обрабатывалось с 1920 по 1930 год. Сведения о строении россыпи и ее точном местоположении не сохранились. Числившиеся запасы в количестве 45 кг переведены в ресурсы категории Р₂ [32]. По состоянию на 1.01.2015 г. ресурсы не изменились.

На *проявлении по р. Бол. Шушь* (II-4-6) золотоносный пласт мощностью 1–3,2 м с содержанием золота 15–150 мг/м³ установлен на глубине от 25 до 50 м от поверхности. Прогнозные ресурсы золота по категории Р₃ оцениваются в 263 кг [32]. По состоянию на 1.01.2015 г. ресурсы не изменились.

В целом перспективы прироста ресурсов россыпного золота оцениваются ограниченно.

Серебро в количестве до 10 г/т установлено в Каялыкском проявлении меди и Малокашкаретском проявлении полиметаллов. Постоянно присутствует во вторичных ореолах свинца и цинка (III-4-4, 6; IV-4-3), где его содержание достигает 0,6 г/т.

РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Повышенные содержания урана и тория установлены в кварц-альбитовых метасоматитах редкоземельного проявления Скальное (Ш-4-19).

Уран представлен двумя пространственно сближенными проявлениями, расположенными в зоне Кантегиро-Абдырского взбросо-надвига. Проявления установлены и опоискованы при проведении геологической съемки масштаба 1 : 50 000 [49ф]. Несмотря на слабую изученность, оруденение несет признаки урановорудной формации в метасоматитах зон разломов.

На *проявлении Березовское-1* (Ш-4-12) оруденение приурочено к метасоматитам альбит-пироксен-амфиболового состава, развивающимся по метабазальтам турунташской толщи. В метасоматитах по трещинам наблюдаются нитевидные прожилки кварца, корочки лимонита и налеты зеленовато-желтых вторичных минералов урана. Оконтурено два сближенных рудных тела прихотливой формы. Рудное тело 1 при среднем содержании урана 0,09 % имеет размеры 0,8 × 2,9 м, рудное тело 2 при среднем содержании 0,6 % имеет размеры 0,4 × 1,3 м. В рудах установлены уранинит, настуран, метаторбернит, гидроокислы урана, гидрогематит, молибденит, галенит, алланит, титанит, апатит и флюорит. В повышенных концентрациях присутствуют молибден 0,02–0,04 %, медь до 0,1 %, свинец до 0,4 %, торий до 0,02 %, цирконий до 0,1 %, в единичных пробах лантан до 0,1 % и церий до 0,5 %. По результатам шпуровой гамма-съемки в районе проявления выявлено 10 сближенных ореолов повышенной радиоактивности, горными работами не изучались.

На *проявлении Березовское-2* (Ш-4-9) вскрыта зона амфибол-слюдисто-кварцевых метасоматитов: кварц – 50–60 %, биотит (?) – 7–10 %, рибекит – 3–5 %, гидротит – 20–30 %, предположительно определены метаторбернит и кюрит. Содержание (%) урана – до 0,04, молибдена – до 0,1, свинца – до 1, цинка – до 0,3.

Ресурсы проявлений не оценивались [49ф].

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ОПТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Кальцит оптический. Проявление оптического кальцита Большекашкаретское (Ш-4-21) расположено в левом борту долины р. Бол. Кашкарет. В апосланцах Березовского массива борусского габбро-гипербазитового комплекса установлено несколько карбонатных жил мощностью 3–40 см и протяженностью до 5 м, содержащих блоки оптического кальцита размером до 10 см в поперечнике [32]. Работами ГС-50 при обследовании района проявления [49ф] обнаружены единичные гнезда до 25 см молочно-белого и желтовато-белого полупрозрачного сильнотрещиноватого крупнокристаллического кальцита в ассоциации с тальком и серпентином. Незначительные масштабы минерализации, низкое качество кристаллов позволяют оценивать перспективы участка отрицательно [73ф].

ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Пирит, пирротин. Пирит-пирротиновые руды Майнского медноколчеданного месторождения в количестве 1974 тыс. т серы сняты с учета, как утратившие промышленное значение.

В абдырской свите в верховьях р. Головановская Сосновка установлен горизонт мощность до 30 м углеродисто-кварцевых сланцев, обогащенный (до 15–20 %) послойно, в виде минерализованных прослоев и линз 0,1–0,7 м, тонкой вкрапленностью пирротина и марказита (IV-2-10). Практического интереса пункт минерализации не представляет [49ф].

Флюорит. Флюоритовая минерализация в виде неравномерной вкрапленности и флюорит-кварцевых прожилков мощностью до 5 мм установлена в грейзенизированных гранитах Джойского массива (IV-2-13, 15). Содержание флюорита не превышает 3–7 %. Наряду с флюоритом в повышенных концентрациях присутствуют иттрий до 0,3 %, лантан до 0,3 %, бериллий до 0,01 % и ниобий до 0,03 %. Практического значения установленные пункты минерализации не имеют.

Барит. По данным Б. М. Минаева [57ф], в туфопесчаниках тимертасской свиты нижнего девона установлена кальцит-баритовая жила мощностью до 1 м, прослеженная в северо-восточном направлении на 25 м (II-1-10). Обломки кальцит-баритового состава найдены в зоне дробления гранитоидов майского комплекса (II-1-8). Пункты минерализации не изучались, масштабы оруденения не выявлены.

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Фосфорит. Два проявления и пункт минерализации фосфоритовой вулканогенно-кремнисто-карбонатной формации осадочного генезиса приурочены к линзам карбонатных пород верхнетурнташской подтолщи венд-раннекембрийского возраста. Они выявлены и изучены при проведении геологической съемки масштаба 1 : 50 000 и из-за незначительных масштабов признаны неперспективными [58ф].

На *проявлении Малые Чесноки* (III-3-4) фосфатоносный уровень локализуется в средней части разреза. Он прослежен более чем на 1000 м по простиранию при видимой мощности 100–150 м и представлен линзами доломитов размером 1,2 × 3 км. В трех пересечениях установлено от 2 до 5 интервалов мощностью 1–4 м с содержанием P₂O₅ 4,1–7,7 %, которые на 90–98 % сложены доломитом, содержат 3 % кальцита и 3–10 % фосфорита в виде крипто- и мелкозернистого агрегата, часто развивающегося по трещинам [58ф].

На *проявлении Бугов Лог* (III-3-7) фосфатоносный уровень прослежен на 1600 м по простиранию. В отдельных пересечениях установлены до 15 интервалов мощностью 0,5–3,0 м с содержанием пятиоксида фосфора 4,4–9,7 % (в одной пробе 22,3 %). Интервалы протягиваются не более чем на 50 м в пачке известняков мощностью до 170 м с повышенным содержанием фосфора.

Пункт минерализации III-3-6 представляет собой метровый интервал доломитов с содержанием P₂O₅ 3,0 %.

КЕРАМИЧЕСКОЕ И ОГНЕУПОРНОЕ СЫРЬЕ

Глины огнеупорные представлены единственным Шунерским (II-3-10) малым непромышленным месторождением, расположенным на правом берегу р. Енисей в 15 км северо-восточнее г. Саяногорск. Полезная толща мощностью 5 м залегает на песчаниках нижнего карбона. Сверху перекрыта разнозернистыми песками мощностью до 12 м. Выделено две разновидности глин – тонкоотмученная и песчанистая, определены их химический и гранулометрический составы и огнеупорность. Технологические испытания не проводились. В 1920-х годах месторождение обрабатывалось. Запасы по категориям C₁ + C₂, составляющие 180 тыс. т, не утверждались. Месторождение учитывалось Госбалансом, а в 1963 г. списано как утратившее промышленное значение [32].

ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Хризотил-асбест. В результате проведенных в 1978–1982 гг. поисковых и геологосъемочных работ [49ф, 61ф] были выделены асбестоносные залежи Буланташского месторождения и Борусского проявления. На сегодня установлено одно месторождение, десять проявлений и два пункта минерализации хризотил-асбестовой формации метасоматического генезиса. Большинство из них приурочено к главной пластине (Борусский массив) Борусского офиолитового пояса в полосе шириной до 2 км, вытянутой согласно с простиранием массива на 26 км. В пределах этой полосы с северо-востока на юго-запад расположены Борусское проявление, Буланташское месторождение, Енисейское проявление и Нижнекантегирская группа проявлений.

На *Малом месторождении Буланташское* (IV-2-14) оруденение локализовано в узкой, до 1 км, полосе протяженностью более 4 км серпентинизированных дунитов и серпентинитов антигоритового и хризотил-антигоритового состава. В пределах полосы установлено 18 асбестоносных залежей мощностью 5–150 м и протяженностью 170–800 м. Рудные тела выделены в пяти залежах. Протяженность их – 170–1450 м, мощность – 11–92 м, падение крутое (75–80°) на юго-восток. Минерализация представлена всеми типами асбестоносности месторождений

баженовского подтипа: простыми и сложными жилами, крупной и мелкой сеткой, мелкопрожилком и просечками. Определен химический состав и физико-механические свойства асбеста. Лабораторно-технологическими испытаниями установлена возможность применения хризотил-асбеста месторождения для производства асбоцементных изделий.

Запасы руды до глубины 110 м по категории С₂ составляют 49 800 тыс. т с содержанием волокна суммы сортов АК-III – 0,32 % (АК-VI 3,4 %). До глубины 300 м ресурсы руды категории Р₁ оценены в 74 700 тыс. т с содержанием волокна суммы сортов АК-III – 0,26 % (АК-VI – 3,0 %), категории Р₂ в 277 200 тыс. т с содержанием 0,096 и 1,84 % соответственно. Подсчитанные запасы и прогнозные ресурсы приняты НТС ПГО «Красноярскгеология» протоколом № 321 от 30.10.1987 г. По состоянию на 1.01.2015 г. остались без изменения.

На *проявлении Борусское* (IV-3-11) в полосе серпентинитов размером 0,8 × 4,5 км установлено девять кулисообразно расположенных асбестоносных залежей мощностью 3–20 м и протяженностью до 1800 м. Минерализация представлена мелкопрожилком, крупной и мелкой сеткой, простыми одиночными жилами и их сериями. Асбест проявления поперечно-, реже косо-волокнистый жесткий полумомкий и ломкий, просечен почти в каждом прожилке. Содержание суммы сортов волокна (АК-VI) в семи залежах изменяется от 1,76 до 6,35 %, в двух не превышает минимально промышленного. Прогнозные ресурсы руды на глубину 200 м составляют по категории Р₁ – 18 700 тыс. т при среднем содержании (АК-VI) 6,05 %, категории Р₂ – 50 300 тыс. т с содержанием 2,38 %. Ресурсы приняты НТС ПГО «Красноярскгеология» протоколом № 278 от 30.11.1989 г.

Проявление Енисейское (IV-2-17) отделено от рудного поля Буланташского месторождения безрудной перемышкой протяженностью не более 1,5 км. Оконтурены четыре линзовидные залежи мощностью 10–55 м при протяженности 125–415 м. Минерализация представлена мелкой и крупной сеткой, реже простыми жилами. Среднее содержание асбеста по рудным телам – 2,35–4,04 %. Преобладает волокно VI, VII сортов и только в одной залежи содержание суммы сортов АК-III достигает 0,31 %. Прогнозные ресурсы по трем рудным телам правобережной, не затопленной водохранилищем части, на глубину до 200 м по категории Р₂ оценены в 260 тыс. т волокна всех сортов [49ф]. Ресурсы не апробировались. По состоянию на 1.01.2015 г. ресурсы всех проявлений остались без изменения.

Проявления Нижнекантегирской группы (IV-1-11, IV-2-21,22,24,25) характеризуются незначительными размерами при низком содержании волокна и по результатам работ оцениваются отрицательно [49ф].

Проявление Левобережное (IV-2-18), на котором выявлена зона асбестизации мощностью до 3 м и протяженностью 50 м с содержанием волокна около 4 %, в настоящее время затоплено Саяно-Шушенским водохранилищем.

В северо-восточном окончании Борусского массива установлено два проявления. На *проявлении Татаринское* (III-3-21) зона минерализации шириной в первые метры прослежена на 300 м. Хризотил-асбест образует одиночные прожилки мощностью до 6 мм. Содержание волокна – от долей процента до 2–3 %, в среднем по зоне не превышает 0,5 %. Асбестизация на Кочановском проявлении (IV-3-2) представлена убогой мелкой сеткой и просечками мощностью до 3 мм. По своему характеру она «... скорее отвечает брединскому подтипу» [49ф]. Параметры оруденения не превышают 200 × 20 м, содержание волокна – менее 1 %. Оба проявления оценены отрицательно.

Тальк. Тальковая минерализация довольно широко проявлена в всячем боку главной пластины Борусского офиолитового пояса в виде зон тальк-серпентиновых и карбонат-тальк-серпентиновых сланцев и милонитов мощностью от первых до десятков метров. Содержание талька в них крайне неравномерное – 3–30 %, достигая на отдельных участках 60 %. Иногда отмечаются мелкие гнезда и маломощные (до 5 см) прожилки с крупнолистоватыми агрегатами благородного талька нежно-зеленой окраски [49ф]. Несмотря на широкое проявление процессов оталькования пород, промышленные объекты не выявлены.

Проявление Таловское (IV-2-16) представлено тальковой апогипербазитовой формацией метасоматического генезиса, расположено в среднем течении одноименной реки правого притока р. Енисей. В серпентинитах оконтурена линза тальцитов размером 20 × 100 м, сложенная чешуйчатым агрегатом талька (70–90 %), карбонатом (до 20 %), серпентином (3–10 %) и магнетитом (0,5–5 %). Породы трещиноваты с неправильной плитчатой отдельностью. Окраска светло-серая с желтоватым оттенком, текстура сланцеватая и плейчатая, структура листовато-

чешуйчатая, лепидобластовая. Талькиты содержат (%): MgO – 26,4, CaO – 3,5, FeO – 5,5, SiO₂ – 57,1. Декоративные свойства талькитов не определялись.

Графит представлен единственным проявлением Левокашкаретское (III-4-18) метаформического генезиса, расположенным в левом борту среднего течения р. Бол. Кашкарет. Оруденение приурочено к линзе мраморизованных доломитистых известняков верхнетурунташской подтолщи раннего кембрия. Линза мощностью 350 м с крутым 60–80° падением на юго-восток прослежена по простиранию на 2,5 км. Неравномерно перекристаллизованные доломитистые известняки сложены кальцитом (80–85 %), доломитом (10–13 %) и углисто-глинистым материалом (2–3 %). Графит образует неравномерную вкрапленность чешуйчатого и скорлуповатого облика размером до 4 мм. Содержание вкрапленников – 1–5 %, на участках интенсивной перекристаллизации до 10 %. Прогнозные ресурсы по категории P₂ на глубину 50 м оценены в 1,8 млн т при среднем содержании 3 % [56ф].

ДРАГОЦЕННЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ

подавляющее большинство из них генетически связано с гипербазитами Борусского комплекса.

Демантоид. В результате работ НПО «Кварцсамоцветы» установлено и изучено три проявления прозрачной разновидности андрадита [44ф, 64ф]. Проявления локализируются в гипербазитах Борусского офиолитового пояса.

Проявление Южное (III-4-11) расположено в бассейне р. Мал. Кашкарет. Участок сложен слабо рассланцованными трещиноватыми серпентинитами хризотил-лизардитового состава. Гранат в количестве до 15 % встречается в основной массе серпентинитов и в трещинах, распределен хаотично и представлен зеленовато-желтыми мелкими (до 1 мм) зернами и их сростками. В трещинах демантоид располагается на стенках и развивается по поперечно ориентированному серпофиту. Размер зерен – от 0,1 до 4 мм, от бесцветного до яркого изумрудно-зеленого цвета. Качественные характеристики граната не определялись. Химические анализы доказывают принадлежность его к андрадиту [64ф]. Зона минерализованных серпентинитов шириной 0,2–2,0 км, прослеженная в северо-восточном направлении на 5 км, получила название Кашкарет-Александровского поля. По результатам шлихового опробования, прогнозные ресурсы выделенного поля оценены по категории P₃ в 14,8 т размерного, более 1,5 мм, граната. Рудное поле оценивается как перспективное на выявление промышленных концентраций демантоида и рекомендуется для постановки поисковых работ [64ф].

Два других проявления (IV-2-6, 7), расположенные в пределах Борусского массива, представляют собой делювиальные свалы серпентинитов с сыпью мелких 0,1–0,2 мм зерен граната в зальбандах хризотил-магнетитовых прожилков. Микрозондовым анализом установлено, что по составу он отвечает демантоиду (Баранов, 1991). Проведенным шлиховым опробованием установлено два ореола рассеяния с содержанием граната от единичных зерен до весовых значений (IV-2-5, 12). Но ни в одной из 130 проб, содержащих гранат, зерна размером более 0,3 мм не установлены, что указывает на неперспективность площади на демантоиды.

Жадит. Установлено три проявления жадеита, расположенные в пределах Борусского офиолитового пояса. *Проявление Кашкаретское* (IV-4-2) расположено в левом борту р. Бол. Кашкарет на окончании Березовской пластины гипербазитов. Здесь вскрыто будинообразное тело 3 × 2 м альбит-жадеитовых метасоматитов в оторочке тальк-хлорит-серпентинитовых глин мощностью до 1,5 м. В центральной части выделяется мономинеральная зона 0,2 × 2,4 м диопсид-жадеита с гнездами и прожилками изумрудно-зеленого цвета. Большинство зерен диопсид-жадеита имеет скелетный характер в результате замещения альбитом. Декоративные качества не определялись. По находкам альбитовых и диопсид-альбитовых метасоматитов перспективная на жадеит зона прослежена вдоль лежащего бока пластины почти на 16 км [49ф]. Ресурсы не определялись.

Два других проявления локализируются в гипербазитах Борусской пластины. На *проявлении Буланташское* (IV-2-20) вскрыта зона с жадеитовой минерализацией мощностью до 0,8 м, приуроченная к краевой части слабоизмененных эвкритов. Жадеититы светлой серовато-

зеленой окраски равномернозернистые (зерна размером до 1 мм) с редкими включениями кварца. Рентгеноспектральным анализом установлено преобладание в пироксене омфацита. Кондиционное сырье не установлено.

На *проявлении Юдинское (IV-2-9)* неравномерная вкрапленность жадеита установлена в двух дайках плагиоклазитов. В одной из них зерна изумрудно-зеленого жадеита достигают 2 мм. Ввиду низкой степени проявления метасоматических процессов оба проявления оценены отрицательно [64ф].

Нефрит. Установлено два проявления, расположенные в пределах Борусского офиолитового пояса и локализованные в тех же зонах дробления и метасоматоза, с которыми связана демантоидная и жадеитовая минерализация. Проявления изучены специалистами НПО «Кварц-самоцветы» и получили отрицательную оценку [64ф].

На *проявлении Абдырское (IV-3-5)* в зоне дробления на контакте серпентинитов и габброидов отмечается неравномерное развитие оталькования, тремолитизации и присутствие мелких будин альбититов. В делювии среди обломков родингитов найдена глыба 1,5 × 3,0 м серо-зеленого сланцеватого несортного нефрита. В коренном залегании нефрит не установлен.

На *проявлении Головановское (IV-2-8)* в зоне меланжа, сложенного блоками сланцев, кварцитов и серпентинитов вскрыта жила тремолит-нефритового состава 0,4 × 6 м. Строение жилы неоднородное будинировано-брекчиевидное с закатышами нефрита в тальк-серпентиновой массе. Нефрит голубовато-зеленый вязкий сильно рассланцованный. Сортное сырье не установлено.

Серпентинит. Установлены одно месторождение и два проявления.

Месторождение Перевальное (Ш-4-14) размером 500 × 1400 м приурочено к Березовской пластине гипербазитового пояса. Наиболее высокодекоративные разности имеют мелкозернистое строение и плотное однородное сложение. Цвет породы зеленый, до темно-зеленого, окраска однотонная и струйчатая. Серпентинит принимает полировку, близкую к зеркальной, распускается на фанеру толщиной 5 мм, просвечивает на глубину 1–2 мм. По декоративным и физико-механическим свойствам может использоваться для изготовления мелкогабаритной облицовочной плитки, мозаичных работ и изготовления камнерезных изделий. Балансовые запасы облицовочных серпентинитов Перевального месторождения по состоянию на 1.01.2015 г. составляют: категории С₁ – 22 тыс. м³, категории С₂ – 18 тыс. м³.

Прогнозные ресурсы серпентинитов по категории Р₁ оценены в 4,8 тыс. м³, категории Р₂ – 25,6 тыс. м³ [32].

На *проявлении Верхнесоболевское (IV-3-4)*, расположенном на северо-восточном окончании Борусского массива, изучен участок антигоритовых серпентинитов, имеющих плотное нефритоподобное сложение. Серпентиниты хорошо полируются, приобретая поверхность, близкую к зеркальной. Пластинки слабо просвечивают на глубину до 5 мм и напоминают низкосортный нефрит. По художественно-декоративным и физико-механическим свойствам могут использоваться для изготовления мелкогабаритной облицовочной плитки, мозаичных работ и изготовления камнерезных изделий. Прогнозные ресурсы серпентинитов по категории Р₁ оценены в 19 тыс. м³ [32].

Проявление Абдырское (IV-3-17) расположено в истоках р. Мал. Абдыр на южном склоне Борусского хребта. Представляет собой крупноглыбовый десерпционный и солифлюкционный курум мощностью 3–10 м, занимающий площадь 1 × 2 км. Свободно залегающие крупные глыбы серпентинитов и серпентинизированных перидотитов с глубиной сменяются более мелкими обломками в щебнисто-дресвяном наполнителе. Серпентинит принимает полировку, близкую к зеркальной, легко распускается на фанеру толщиной 5 мм, просвечивая на глубину 1–2 мм. По художественно-декоративным и физико-механическим свойствам может использоваться для производства облицовочной плитки, мозаичных работ и изготовления камнерезных изделий. Ресурсы серпентинита по категории Р₂ оцениваются в 1,4 тыс. м³. Проявление периодически обрабатывается. По данным [32], в 1995–1997 гг. собрано около 200 м³ камня.

Лиственит. На северо-восточном окончании Борусского массива прослежена субширотная полоса лиственитов шириной 5 м на 700 м (Ш-3-23). Порода имеет приятную окраску светло-зеленых тонов, легко пилится и принимает полировку хорошего качества. По художественно-

декоративным и физико-механическим свойствам может использоваться для изготовления мелкогабаритной облицовочной плитки, мозаичных работ и изготовления камнерезных изделий. Основными дефектами являются включения доломита (до 5 %) и мелкая трещиноватость. Прогнозные ресурсы лиственита по категории P_1 оценены в 19 тыс. м³ [49ф]. Ресурсы не апробировались.

Кварц. На южном склоне горы Пойлова (IV-3-10) на контакте дайки плагиогранитов с гипербазиитами установлены желваки и гнезда кварца размером от 0,1×0,3 м до 0,5×1,0 м. Окраска кварца однородная белая, сахарно-белая, реже водяно-прозрачная, текстура массивная, структура мелко- и микрзернистая. Камень принимает зеркальную полировку, просвечивая на глубину до 1,5 см. Художественно-декоративные свойства не определялись, ресурсы не оценивались.

Яшмы установлены в отложениях нижнемонокской свиты раннего кембрия.

На проявлении *Луговское* (II-4-4) вскрыто и прослежено несколько линзовидных тел яшм размером от 2×5 м до 15×210 м. Порода на 90 % сложена кварцем с величиной зерен от нескольких микрон до десятых долей миллиметра. В подчиненном количестве присутствуют гидроокислы железа, эпидот, цоизит и серицит. Окраска красная, сургучно- и карминно-красная однотонная, переходящая на отдельных участках в пейзажную. Порода принимает полировку высокого качества до зеркальной. По художественно-декоративным и физико-механическим свойствам может использоваться в качестве декоративно-поделочного камня для изготовления кулонов, пепельниц, письменных приборов и т. д. Прогнозные ресурсы по категории P_1 оценены в 8,6 тыс. т [32].

На проявлении *Среднешушенское* (II-4-7), расположенном в 2 км южнее, установлено шесть линзовидных тел протяженностью 60–140 м при мощности 3–12 м. Художественно-декоративные и физико-механические свойства аналогичны породам проявления *Луговское*. Прогнозные ресурсы категории P_1 оцениваются в 4,5 тыс. т [32].

Офикальцит. Проявление *Восточное* (III-3-20) расположено в северо-восточной части Борусского массива. На контакте апобазальтов турунташской толщи с серпентинитами борусского габбро-гипербазитового комплекса вскрыта зона дробления мощностью до 30 м. Зона выполнена брекчиями тальк-карбонат-серпентинового состава с будинами офикальцита размером 0,3–6,0 м в поперечнике. Офикальцит светло-зеленой окраски тонкозернистый, с узорчатопятнистым и брекчиевидным рисунком. Декоративно-художественные свойства камня не определялись, по данным [64ф], офикальцит может использоваться в качестве ювелирно-поделочного материала. Прогнозные ресурсы сортового офикальцита по категории P_2 оцениваются в 735 т [32].

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Месторождения строительных материалов детально изучены, разведаны и обрабатываются. Наличие на площади мощностей по переработке каменного сырья («МКК Саянмрамор», г. Саяногорск) дает толчок к разведке новых участков с камнем более высокого качества.

Магматические породы. Граниты. Изучены восемь месторождений, из которых лишь для одного запасы учтены балансом. По остальным месторождениям запасы и ресурсы относятся к забалансовым и рассматриваются как непромышленные месторождения.

Месторождение Изербельское (III-2-15) расположено на восточном фланге Аланского массива джойского гранитного комплекса раннедевонского возраста. Разведан участок гранитов 50–150 м×260–330 м на глубину до 95 м. По физико-механическим и декоративным свойствам граниты удовлетворяют требованиям «Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий». Запасы камня по категориям А+В+С₁ в количестве 1655 тыс. м³ (А – 354 тыс., В – 557 тыс.) утверждены ТКЗ КГУ протоколом № 6973 от 2.03.1973 г. Месторождение обрабатывалось с 1978 по 1990 год. Ввиду невысокого выхода кондиционных блоков (5–15 %) эксплуатация прекращена. По состоянию на 1.01.2007 г. запасы балансом не учитываются [20]. С целью поисков более кондиционного сырья в пределах массива разведано еще три участка гранитов – Высокогорный (III-2-19), Промежуточный (III-2-14) и Южный (III-2-22).

Наиболее хорошие результаты получены по Высокогорному месторождению, где выход блоков I–IV групп для производства облицовочных изделий составляет 44 %. По состоянию на 1.01.2007 г. балансовые запасы гранита категорий А + В + С₁ составляют 1031 тыс. м³ [20]. Месторождение с 2004 г. находится на консервации. По состоянию на 1.01.2015 г. запасы остались без изменения.

На *месторождении Промежуточное* (III-2-14) разведан участок гранитов с выходом блоков I–IV групп не менее 30 %. Запасы на глубину 80 м составляют: по категории С₁ – 2300 тыс. м³, по категории С₂ – 9700 тыс. м³. Запасы не утверждались.

На *месторождении Южное* (III-2-22) запасы гранитов, удовлетворяющих требованиям к щебню для строительных работ, подсчитаны по категории С₂ в количестве 3300 тыс. м³. Запасы не утверждались.

В пределах Средне-Енисейского массива майнского габбро-тоналит-плагиогранитного комплекса раннекембрийского возраста разведано два месторождения, расположенных на правом берегу р. Енисей.

На *месторождении Никитин Лог* (II-2-7) изучен участок плагиогранитов, отвечающих техническим требованиям для строительного камня, пригодного для отсыпки перемычек, дамб и крепления откосов. Запасы камня, подсчитанные по категории С₁ в количестве 1180 тыс. м³, не утверждались.

На *месторождении Красный Хутор* (II-2-4) оконтурирован участок декоративных и высокодекоративных разновидностей плагиогранитов с выходом блоков II и III групп в объеме 15–25 %. Ресурсы не оценивались.

На площади Джойского массива в южной части листа изучено два участка.

Участок высокодекоративных гранитов (IV-2-3) с прогнозными ресурсами категории Р₁ на глубину 75 м в количестве 3000 тыс. м³. Разведочные работы продолжаются.

На *месторождении Приморское* (IV-2-4) подсчитаны по категории С₂ запасы гранитов, удовлетворяющих требованиям для производства облицовочных изделий, в количестве 4000 тыс. м³. По степени изученности отвечают категории Р₁.

Запасы гранитоидов надежно обеспечивают имеющуюся в настоящее время потребность в облицовочных материалах.

Эффузивные породы. *Малое месторождение метабазальтов нижнемонокской свиты Субботинское* (II-4-5) расположено на водоразделе рек Мал. и Бол. Шушь. Разведан участок размером 100 × 100 м. Средняя мощность полезного слоя – 12 м. Щебень пород пригоден для отсыпки полотна автомобильных дорог. Запасы щебня по категории С₁ составляют 132 тыс. м³. Месторождение обрабатывалось с 1997 по 2001 год. Остаточные запасы по состоянию на 1.01.2003 г. составляют 64 тыс. м³ [32] и по состоянию на 1.01.2015 г. остались без изменения.

Карбонатные породы. **Мраморы.** На площади находятся два месторождения мраморов изербельской свиты вендского возраста. Одно из них – Кибик-Кордонское – крупнейшее в Российской Федерации по запасам и уникальное по художественно-декоративным свойствам. С 1973 г. вовлечено в эксплуатацию. Месторождение прослежено в субширотном направлении на 18 км при мощности до 1000 м. В пределах тела изучено девять участков: Кибик-Кордонский (III-2-16), Правобережный (III-2-18), Енисейский (III-2-13), Задорожный (III-3-12), Беломраморный (III-3-10), Перевальный I (III-3-11) и II (III-3-8), Крутой (III-3-13) и Отдельный (III-3-14).

На *участке Кибик-Кордонский* (III-2-16) разведано два горизонта мраморов мощностью 220 и 500 м на глубину 60–170 м. Характерной особенностью пород является высокодекоративная окраска в широкой цветовой гамме. По физико-механическим показателям и декоративным свойствам мраморы пригодны для внутренней и наружной облицовки, изготовления памятников и сувениров. Блочность обеспечивает получение кондиционных блоков с выходом 22–28 %. Окол, мелочь и трещиноватые мраморы приповерхностной зоны пригодны для производства декоративного щебня и песка и получения извести 1, 2-го сортов. Мраморы использованы во внешней и внутренней облицовке Белорусского вокзала и храма Христа Спасителя в г. Москва, аэровокзалов в Ростове-на-Дону и Казани, станций метрополитена в Харькове, Ташкенте и Минске. По состоянию на 1.01.2007 г., балансовые запасы мраморов по категориям А + В + С₁ составляют 64 000 тыс. м³, в том числе: по категориям А 11 500 тыс. м³, В 19 200 тыс. м³ [20].

Участок Правобережный расположен на правом берегу р. Енисей в 20 км к югу от г. Саяногорск. Разведанный блок мраморов разбит сложной системой трещин различной ориентировки, дающих при разборке выход кусков размером 20–40 см всего 26 %. Высокая чистота химического состава (содержание CaCO_3 85–99 %) позволяет рассматривать мраморы в качестве сырья для производства воздушной кальциевой извести. Запасы в этом качестве утверждены ТКЗ КГУ по категориям А+В+С₁ в количестве 55 850 тыс. м³, в т. ч. категорий: А 2480 тыс. м³, В 9200 тыс. м³. Месторождение учитывалось Госбалансом, ранее отрабатывалось для производства извести. В 1984 г. запасы списаны с баланса ТКЗ ПГО «Красноярскгеология» (протокол № 299 от 29.12.1984 г.).

Участок Беломраморный расположен на водоразделе рек Голубая и Сизая. Изучен в 1989–1991 гг., 1994–1995 гг. (А. Ф. Мартынов, А. Ф. Лисянский). Выделен блок мраморов размером 280 × 550 м, перекрытый чехлом рыхлых отложений мощностью до 3 м. Мраморы белые тонкозернистые массивной текстуры (59 %), дымчато-белые мелкозернистые с неявно выраженной пятнисто-полосчатой текстурой (25 %) и серые линзовидно-полосчатые со слабовыраженной пятнистой текстурой. По декоративным свойствам они относятся к классу высокодекоративных и декоративных, часть может использоваться как статуарные. Выход блоков I–III групп составляет 25 %, средний выход облицовочных плит толщиной 20 мм – 17 м²/м³. По физико-механическим показателям мраморы пригодны для внутренней и наружной облицовки, изготовления памятников и сувениров. Окол, мелочь и трещиноватые мраморы приповерхностной зоны могут использоваться для производства декоративного щебня и песка и получения кальциевой извести 1, 2-го сортов. Мраморная мука пригодна как минеральная подкормка и для известкования кислых почв.

Месторождение разрабатывается с 1995 г. Остаток запасов мраморов участка Беломраморный по состоянию на 1.01.2015 г. составляет (в тыс. м³): категорий А 932, В 2156, С₁ 4649, всего – 7737; категории С₂ – 3444 [69ф].

Краткая характеристика остальных участков Кибик-Кордонского месторождения приведена в табл. 4. Как видно из таблицы, по сумме физико-механических и декоративно-художественных показателей с учетом мощности зоны выветривания и перекрывающих рыхлых отложений Беломраморный участок является наиболее перспективным из рассмотренных.

Таблица 4

Характеристика участков Кибик-Кордонского месторождения

Название участка, номер на карте	Параметры блока, м		Класс декоративности	Выход блоков I–IV гр., %	Запасы и ресурсы, тыс. м ³	
	длина	ширина			С ₂	Р ₁
Енисейский (III-2-13)	–	–	2,3	6	6000	–
Перевальный II (III-3-8)	200	110	2,3	27	400	–
Перевальный I (III-3-11)	200	180	1,2	24	600	–
Задорожный (III-3-12)	100	100	2	1	400	–
Крутой (III-3-13)	200	130	2	22	500	3000
Отдельный (III-3-14)	270	110	1,2	27	500	–

На *месторождении Никитинское* (III-4-3) изучен до глубины 50 м участок мраморов 45–65 × 380 м. Установлен низкий выход облицовочной плитки. По химическому составу мраморы пригодны для производства воздушной кальциевой извести. Запасы по категориям А+В+С₁ в количестве 342 тыс. м³. В 1984 г. сняты с баланса как утратившие промышленное значение (протокол № 299 от 29.12.1984 г.).

Глинистые породы. Глины кирпичные. Учтено девять месторождений глин и суглинков для производства кирпича, связанные с четвертичными отложениями аллювиального, аллювиально-пролювиального генезиса. Из девяти месторождений семь относятся к непромышленным и лишь два учитываются балансом.

Месторождение Айдайское (II-2-15) представлено пластообразной залежью глин и суглинков длиной 840 м, шириной 150–360 м и мощностью 2,3–12,8 м. Мощность вскрышных пород составляет 0,2–1,9 м. Продуктивная толща сложена каолинитом, монтмориллонитом, гидрослюдами и хлоритом с небольшой примесью кальцита. Технологическими испытаниями показана возможность получения кирпича марок 75 и 100 по ГОСТ 530-54. По масштабам месторождение относится к средним. По состоянию на 1.01.2007 г. запасы сырья по категориям В + С₁ составляют 1438 тыс. м³. Месторождение учитывается балансом в разделе «Нераспределенный фонд» [20]; запасы по состоянию на 1.01.2015 г. остались без изменения.

Месторождение Шунерское II (II-3-11) представлено пластообразной залежью глин мощностью 6–8 м, прослеженной на 700 м при ширине 40–60 м. Продуктивная толща перекрыта песками и супесями мощностью 0,5–7,0 м. По гранулометрическому составу глины классифицируются как глины пылеватые и суглинки тяжелые. По результатам полузаводских испытаний из глин месторождения возможно получение кирпича марок 75 и 100 по ГОСТ 530-54. По масштабам месторождение относится к малым. Запасы глин в качестве сырья для производства кирпича утверждены ТКЗ КГУ по категориям А + В + С₁ в количестве 89 тыс. м³. Месторождение является объектом Государственного резерва. Запасы по состоянию на 1.01.2015 г. остались без изменения.

Основные параметры по остальным месторождениям приведены в табл. 5. Они разведаны, периодически обрабатывались (Шушенское; Шушенское, участки № 4, 5; Майское). В 1970 г. сняты с баланса как утратившие промышленное значение. По масштабам месторождения, за исключением среднего Белозерского, относятся к малым.

Т а б л и ц а 5

Основные характеристики месторождений кирпичных глин

Название месторождения, номер на карте	Параметры, м (км ²)			Запасы, тыс. м ³			
	длина	ширина	мощность	А	В	С ₁	С ₂
Шушенское (I-4-11)	0,12 км ²		0,3–2,6	–	–	370	–
Шушенское, уч. 1959 г. (I-4-12)	0,27 км ²		0,4–2,2	63	151	190	–
Шушенское, уч. № 4 (I-4-13)	1000	90–380	1,0–3,2	–	117	104	–
Шушенское, уч. № 5 (I-4-16)	780	До 500	2,5–10,2	–	162	590	–
Шунерское (II-3-14)	0,14 км ²		1,0–3,0	–	–	–	400
Белозерское (II-3-15)	–	–	6,1	237	289	469	659
Майское (II-4-16)	0,33 км ²		2,4–4,7	124	92	57	–

Обломочные породы. Песчано-гравийный материал. Разведано 15 месторождений песчано-гравийных материалов, шесть из которых учитывается балансом – Бейское (уч. Чалпан), Саяногорское, Мелкоозерское, Каптыревское, Означенское и Саянское. Большинство из них приурочено к пойменному и террасовому аллювию р. Енисей, широко развитому в Южно-Минусинской впадине (ЮМВ). Месторождения имеют сходную геологическую позицию и отличаются лишь масштабами разведанной продуктивной толщи.

Крупное месторождение Саяногорское (I-2-4) приурочено к аллювиальным отложениям р. Енисей. Представляет собой пластообразную залежь песчано-гравийных отложений размером 2000 × 1700 × 16 м, перекрытую супесями мощностью 0,2–3,4 м. Гранулометрический и минералогический составы отложений довольно выдержанные. Галька и гравий хорошо- и среднеокатаны и состоят из интрузивных, эффузивных и метаморфических пород. Песчано-гравийные отложения отвечают требованиям ГОСТ 23735-79 «Смеси песчано-гравийные для строительных работ», ГОСТ 9128-84 «Смеси асфальтобетонные, дорожные, аэродромные», ГОСТ 7394-77 «Балласт гравийный и гравийно-песчаный для железнодорожного пути». Запасы, учтенные балансом по состоянию на 1.01.2007 г. по сумме категорий А + В + С₁ составляют 72 200 тыс. м³ (табл. 6). Юго-восточная часть месторождения обрабатывается, северо-западная относится к Нераспределенному фонду [20].

Месторождение Означенское (II-2-14) приурочено к аллювиальным отложениям II надпойменной террасы левобережной части долины р. Енисей. Продуктивная толща представлена

песчано-гравийно-галечниковым неотсортированным материалом с примесью валунов размером до 30 см в количестве 10 %. Содержание гравия колеблется от 55 до 68 %, песка от 25 до 35 %, составляя в среднем 60 и 30 % соответственно. Природная песчано-гравийная смесь пригодна для дорожного строительства, балластировки железнодорожных путей и других видов строительных работ. По масштабам месторождение относится к малым. Запасы песчано-гравийного материала по состоянию на 1.01.2007 г. по категории С₁ составляют 138 тыс. м³. Месторождение разрабатывается [20].

Крупное по масштабам Бейское (участок Чалпан), среднее Каптыревское и малое Саянское месторождения находятся в Нераспределенном фонде. На крупном Мелкоозерском месторождении обрабатывается северо-западный участок с запасами по категориям А + В + С₁ в количестве 2800 тыс. м³.

Непромышленные месторождения по масштабам относятся к малым, за исключением средних – Большешушенского и Кибикская Терраса. Запасы по ним не утверждались из-за низкого качества песчано-гравийной смеси или были сняты с баланса как утратившие промышленное значение.

Сведения о запасах песчано-гравийных материалов приведены в табл. 6.

Таблица 6

Основные характеристики месторождений песчано-гравийных материалов

Название месторождения, номер на карте	Параметры, м (км ²)			Запасы, тыс. м ³			
	длина	ширина	мощность	А	В	С ₁	С ₂
Бейское, участок Чалпан (I-2-2)	5700	550–2900	1,5–27,5	–	–	–	1,9 × 10 ⁶
Кирба (I-2-3)	–	–	0,3–8,4	–	–	2700	–
Саяногорское (I-2-4)	2000	1700	11–21,2	11 000	14 600	46 600	–
Мелкоозерское (I-2-5)	1200	800	11–17,9	1669	2559	8320	–
Шушенское (I-4-8)	–	–	20–25	31	99	118	146
Месторождение № 3 (I-4-14)	0,021 км ²		1,5	–	–	31,5	–
Большешушенское (I-4-15)	–	–	3,0–14,0	604	214	1791	–
Карьер № 1 (I-4-19)	–	–	4,8	–	–	–	3,0
Каптыревское, участок № 2 (I-4-21)	0,044 км ²		5,3–7,7	–	–	–	276
Каптыревское (I-4-22)	900	380	17,4	199	252	1798	–
Алтан (I-4-23)	–	–	3,6	–	–	–	134
Означенское (II-2-14)	–	–	До 30,0	–	–	138	–
Шунеры (II-3-12)	0,084 км ²		До 5,0	–	–	200	–
Саянское (III-3-13)	–	–	12,5	–	–	517	–
Месторождение № 15 (Кибикская Терраса) (III-3-25)	0,015 км ²		3,0–12,8	–	1035	–	–

Песок строительный представлен тремя непромышленными месторождениями, связанными с эоловыми и аллювиальными отложениями.

На *месторождении Шушенское (I-4-6)* полезная толща сложена эоловыми песками дюн, залегающими на аллювиальных отложениях II террасы р. Енисей. Пески мелкозернистые размером 0,5–0,3 мм (30 %) и менее 0,3 мм (70 %). В составе преобладает кварц (50–60 %), в переменном количестве присутствуют полевой шпат, обломки сланцев, роговой обманки и биотита. Содержание глины и пыли колеблется от 0,6 до 3,9 %. Пески в основном отвечают требованиям для строительных работ. Однако мелкозернистый состав снижает их качество, требуя повышенного расхода вяжущих веществ. По масштабам месторождение относится к крупным. Запасы песка утверждены ТКЗ КГУ по категориям А + В + С₁ в количестве 10 050 тыс. м³. Месторождение учитывалось балансом до 1971 г., после чего было списано как утратившее промышленное значение.

Месторождение № 5 (I-4-17) приурочено к аллювиальным отложениям р. Енисей. Разведан участок площадью 0,036 км², сложенный мелкозернистым песком средней мощностью 2,4 м. Песок может использоваться для отсыпки дорожного полотна. По масштабам месторождение относится к малым. Запасы по категории С₁ в количестве 8,6 тыс. м³ не утверждались.

На *месторождении № 13 (Ш-3-24)* полезная толща мощностью 1,6–17,3 м сложена мелкозернистым глинистым песком с примесью щебня и дресвы в количестве 5–10 %. По физико-механическим свойствам песок может использоваться для отсыпки дорожного полотна. Запасы по категории В по состоянию на 1.01.2015 г. в количестве 1155 тыс. т.

Источником песка также являются все месторождения песчано-гравийного материала, в которых он присутствует в количестве от 10 до 34 %. Ввиду значительного (3–15 %) содержания илистых и пылеватых частиц песок-отсев только после промывки отвечает требованиям для строительных работ.

Песчаник. Месторождение Карьер № 1 (I-4-4) расположено в правом борту р. Бол. Шушь. Полезная толща представлена песчаниками самохвальской свиты нижнего карбона. Породы крепкие, не размягчаемые обладают плотностью 2,5 т/м³, прочностью на сжатие 251 мПа, коэффициентом Пуассона 0,13. Вскрышные породы отсутствуют. Песчаник пригоден для гидротехнического строительства. Запасы камня по категории С₁ по состоянию на 1.01.2015 г. составляют 4 тыс. м³.

Конгломерат. Месторождение облицовочных конгломератов Федоровское (Ш-4-15) находится на юго-восточном склоне хр. Борус в бассейне р. Бол. Кашкарет, в 1 км восточнее Перевального месторождения серпентинитов. Месторождение расположено вблизи юго-восточного фланга Центральной пластины Борусского офиолитового пояса в поле развития отложений среднетурунташской подтолщи турунташской толщи венда–нижнего кембрия.

Полезная толща месторождения представлена грубообломочными осадочными породами, среди которых по цветовым признакам выделяются две основные разновидности декоративных конгломератов – с зеленовато-серым и вишнево-красным пестрым основным фоном. Породы массивные с содержанием обломков 50 % и цемента 50 %. Наряду с конгломератами встречаются гравелиты и грубозернистые песчаники. Все разновидности декоративных осадочных пород в границах месторождения имеют между собой плавные переходы, по простиранию их пласты невыдержаны.

Коренные выходы конгломератов занимают до 10 % площади месторождения, возвышаются до 5–10 м и имеют протяженность до 50 м. С поверхности на большей площади разведанного участка конгломераты перекрыты десерпционно-солифлюкционными суглинками со щебнем, обломками и глыбами подстилающих пород. Мощность рыхлых отложений колеблется в пределах 0–3,0 м и составляет в среднем 1,8 м.

Блоки декоративных конгломератов используются для производства облицовочных, архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий; из отходов от добычи блоков и производства облицовочных плит получают декоративный щебень.

Конгломераты месторождения относятся к классу декоративных и высокодекоративных пород. Декоративность и физико-механические свойства их удовлетворяют ГОСТ 9479-2011.

В 2014 г. выявленные запасы облицовочных конгломератов месторождения утверждены протоколом ТКЗ № 1117 от 25.12.2014 г. по категориям: А – 55 тыс. м³, В – 94 тыс. м³, С₁ – 261 тыс. м³, С₂ – 283 тыс. м³ [69ф].

ПРОЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Кварцит. Установлено два проявления кварцита, приуроченные к отложениям турунташской толщи венд-раннекембрийского возраста.

На проявлении Андрианова Таежка (Ш-3-1) в хлорит-серицит-кварцевых сланцах, в полосе шириной до 300 м, вытянутой в субширотном направлении на 3000 м установлено пять сближенных линзообразных тел кварцитов. Кварциты серые, пятнистые сильно трещиноватые сложены криптозернистым агрегатом кварца с примесью серицита (2–3 %), апатита (1 %) и пылевидного углистого вещества (1 %). По результатам анализа бороздовых проб, содержание (%) SiO₂ – 94,8–97,6 (среднее 96,7), P₂O₅ – 0,1–0,2, MnO – до 0,03, AlO – 0,52–0,75. По химическому составу кварциты пригодны для производства динаса [49ф]. Ресурсы не оценивались.

На проявлении Бугов Лог (Ш-3-5) опробованы два кулисообразно залегающих тела кварцитов мощностью до 250 м и протяженностью 1500 м. Минеральный и химический составы аналогичны кварцитам предыдущего участка (среднее содержание SiO₂ 96,7 %). Прогнозные ресурсы по категории Р₂ на глубину 100 м оцениваются в 270 млн т кварцита [49ф].

Сапропель. При разведке Каптыревского месторождения торфа в его западной части в придонных слоях под торфяной залежью установлены известковистые (87 %) и органо-известковистые (13 %) отложения сапропеля (I-4-24). Площадь залежи при средней мощности отложений в 1,4 м составляет 0,26 км². По агрохимическим свойствам сапропель можно использовать для производства органо-известковых удобрений. Прогнозные ресурсы проявления, оцененные по категории Р₁ в количестве 300 тыс. т (356 тыс. м³), не утверждались.

СОЛИ, ГРЯЗИ ЛЕЧЕБНЫЕ

Указанные виды полезных ископаемых совмещены пространственно и связаны между собой генетически, что позволяет охарактеризовать их совместно.

Два проявления солей натриевых расположены в пределах Южно-Минусинской впадины. Своим происхождением они обязаны положению в замкнутых бессточных впадинах, сложенных красноцветными породами девона, продукты растворения которых находятся на дне впадин.

На *проявлении озера Солёное* (I-1-4) рассолы содержат 51,3 % NaCl, 30,9 % NaSO₄, 13,7 % MgSO₄ и 1,0 % CaSO₄. С 1898 по 1926 год на озере работал солеваренный завод, добывавший грунтовый рассол из колодцев, заложенных в песчаниках верхнего девона [20]. В настоящее время проявление не имеет практического значения в связи с опреснением озера.

Темно-серые илы озера Солёного (проявление I-1-3) относятся к высокоминерализованным среднесульфидным гязям [20]. Особенностью является высокая степень засоренности (41 %) и содержание до 5 % органического углерода. По данным исследований Томского НИИКиФ, гязевые залежи оз. Солёное могут представлять интерес в качестве лечебного ресурса. Запасы гязи не подсчитывались, ресурсы не оценивались.

На *озере Чёрное* (II-1-14) на глубине более 2 м установлены соленосные растворы с содержанием плотного остатка 79 г/дм³, хлористого натрия – 25 г/дм³. Проявление практического значения не имеет. Гязи озера Чёрное – проявление (II-1-13) – пригодны для бальнеологических целей и требуют изучения [56ф].

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Месторождение Саяногорское (II-2-13) расположено на площади о. Сосновый в русле р. Енисей. Водоносный горизонт мощностью 7–16 м представлен современными аллювиальными галечниковыми отложениями с песчаным наполнителем. Режим подземных вод определяется режимом поверхностного стока р. Енисей и действующего водозабора, производительность которого достигает 64 тыс. м³/сут. Воды гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,2–0,3 г/дм³. Химический состав их в течение года практически не меняется. Эксплуатационные запасы подземных вод утверждены ТКЗ КИР по Красноярскому краю по категориям А + В в количестве 67,2 тыс. м³/сут.

Таблица 7

Основные характеристики действующих водозаборов

№ п/п	Водозабор, местоположение	Номер на карте	Возраст водовмещающих пород	Возможная производительность, м ³ /сут	Максимальное допустимое понижение, м
1	Скв. № 2, пос. Ильичево	I-4-1	Раннекаменно-угольный	600	30
2	Скв. № 1, пос. Ильичево	I-4-2		600	30
3	Скв. № 3, пос. Ильичево	I-4-3		600	30
4	Групповой водозабор № 2, пгт. Шушенское	I-4-5	Четвертичный	8000	12
5	Групповой водозабор № 1, пгт. Шушенское	I-4-7		8500	15
6	Три водозаборные скважины, пгт. Шушенское	I-4-9		2660	7,5
7	Скважина без номера	I-4-10		500	10

Остальные объекты подземных вод являются водозаборами из одиночных или групповых скважин. Краткая характеристика их приведена в табл. 7. Они эксплуатируются с целью хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

Площадь включает фрагменты двух крупных структур Алтае-Саянской складчатой области – Западно-Саянской покровно-складчатой системы каледонид и систему наложенных впадин герцинид Минусинского прогиба. Этим структурам отвечают Западно-Саянская и Минусинская субпровинции, входящие в Алтае-Саянскую минерагеническую провинцию.

В пределах субпровинций выделены минерагенические зоны (МЗ), рудные районы (РР) и рудные узлы (РУ).

К Западно-Саянской субпровинции относятся фрагменты Кабансугско-Борусской (4) и Северо-Саянской (3) МЗ.

Кабансугско-Борусская МЗ выделена в контурах Борусского офиолитового аллохтона, отвечающего начальному этапу развития покровно-складчатой системы Западного Саяна. В пределах зоны установлено месторождение и проявления хризотил-асбеста, жадеита, нефрита, демантоидов, хромита и талька. Особенно благоприятным на обнаружение камнесамоцветного сырья и хризотил-асбеста является Борусско-Буланташский нефрит-жадеит-асбест-хромитоворудный район (4.1) в центральной части зоны. В нем выделен Буланташский асбестоносный узел (4.1.1), объединяющий рудные поля Буланташского месторождения, Енисейского и Борусского проявлений.

Северо-Саянская МЗ выделена в контурах одноименного аллохтона, сложенного комплексом островодужных образований венд-кембрийского возраста. Здесь широко развиты вулканогенные породы базальт-риолитовой и андезитово-базальтовой ассоциаций, прорванные гранитоидами майнского габбро-плагиогранитного комплекса. В пределах зоны расположены месторождения и проявления медноколчеданных руд и золота, группирующихся в пределах Майнского медно-золоторудно-россыпного района (3.1). Район охватывает Средне-Енисейский гранитоидный массив и контролирует размещение золото-кварц-сульфидного и медноколчеданного оруденения. Внутри района с учетом установленных закономерностей и прямых признаков выделен Майнский однорудный прогнозируемый узел (3.1.2) и уточнены контуры Приенисейско-Шушенского золоторудно-россыпного узла (3.1.1).

Майнский прогнозируемый узел (3.1.2) охватывает площадь распространения вулканитов нижнемонокской свиты в зоне контакта с гранитоидами майнского комплекса. В его пределах расположены Майнское месторождение (II-2-10), Амайское (II-2-5) и Никитинское (II-3-3) проявления медноколчеданных руд, пункты минерализации меди и бурых железняков с магнетитом (пирит-пирротин-магнетитовое оруденение) и вторичные ореолы меди.

Площадь Приенисейско-Шушенского золоторудно-россыпного узла (3.1.1) включает отложения ниже- и верхнемонокской свит в зоне контакта с гранитоидами майнского комплекса и фрагмент офиолитового аллохтона Северо-Саянского пояса. В пределах узла расположены месторождения россыпного и рудного (Малошушенское – II-4-10) золота, пункты минерализации и вторичные ореолы рассеяния золота.

В Минусинской субпровинции с позднепалеозойским этапом развития связано формирование Минусинского угленосного бассейна (2) с Бейским угленосным районом (2.1), отложения которого представлены глинисто-песчаной угленосной лимнической формацией среднекаменноугольного–раннепермского возраста.

В составе Минусинской нефтегазоносной области (1) в северо-восточной части площади обособляется Новомихайловская нефтегазоносная площадь (1.0.1), отложения которой представлены терригенно-карбонатной формацией среднепалеозойского возраста (илеморовская, бейская свиты), перекрытые каменноугольными отложениями.

Видовой состав оруденения обусловлен длительным процессом его формирования на протяжении позднерифейско-среднепалеозойской минерагенической эпохи и двух этапов активизации, проявившихся в течение среднего палеозоя и кайнозоя.

Оруденение позднерифейско-среднепалеозойской эпохи, связанное с фрагментом покровно-складчатой структуры Западного Саяна, представлено малыми месторождениями и проявлениями золота, меди, полиметаллов, асбеста, жадеита, нефрита, демантоидов, талька, хрома, яшм и фосфоритов, сформировавшихся в течение нескольких минерагенических этапов.

В средне-позднепалеозойскую эпоху с заложением и развитием наложенной впадины связано формирование месторождений и проявлений угля, газа и меди.

В кайнозойскую эпоху образовались россыпи золота, месторождения строительных материалов, торфа и проявления солей.

Нефть и газ отмечены в Ново-Михайловской структуре. Проявление приурочено к антиклинальной ловушке в породах илеморовской, бейской свит среднего девона [21, 22]. Структура вскрыта семью глубокими скважинами (2300–2500 м), в пяти из которых получены притоки газоконденсата. Площадь Ново-Михайловского проявления – 36 км², амплитуда – 425 м, фланги недоизучены.

Продуктивная мощность горизонта (Н) определена в 69 м. Пористость (f) принята 0,035, статическое давление на устье (P_c) при испытании скважин 4 и 7 равнялось 208 атм. Для расчета прогнозных ресурсов (V) категории D₁ использована формула:

$$V = S \times H \times f \times P_c \times \alpha \times b \times \gamma,$$

где S – площадь; H – продуктивная мощность горизонта; f – пористость; P_c – статическое давление; α – поправка давления на вес столба жидкости = 1,221; b – поправка на температуру – 0,888; γ – поправка от закона Бойля-Мариотта равна 1,441.

Прогнозные ресурсы газоконденсата на Ново-Михайловском проявлении составляют:

$$D_1 = 36 \times 10^6 \times 69 \times 0,035 \times 208 \times 0,888 \times 1,221 \times 1,441 = 28,254 \text{ млрд м}^3.$$

Из скважин вместе с метановым газом выделилось небольшое количество бесцветного конденсата и подвижной нефти. Дебит газа составил 260–600 м³/сут из отложений илеморовской и аскизской свит в скв. 7. В настоящее время площадь лицензирована ООО «Томскмониторинг».

Уголь каменный. С позднепалеозойским этапом развития Южно-Минусинской межгорной впадины связано формирование Бейского угленосного района, отложения которого представлены континентальной глинисто-песчаной угленосной лимнической формацией на уровне среднего карбона–нижней перми. Продуктивная толща представлена соленозерской, сарской, черногорской, белоярской свитами среднего–верхнего карбона и нарылковской свитой нижней перми. В их составе установлено 48 рабочих пласта угля мощностью 1–12 м. Количество пластов довольно сильно варьирует как по простиранию, так и падению. Наиболее продуктивными являются отложения черногорской и белоярской свит, в которых установлено до 27 угольных пластов.

Три участка (Чалпан, Сосновоозерский 1 и 2, Центральный) Бейского месторождения каменного угля входят в состав Бейского угленосного района. По состоянию на 1.01.2015 г. балансовые запасы угля на участках Чалпан всего 353,680 млн т категорий А + В + С₁; Центральный 123,890 млн т категории С₁; Сосновоозерский 334,928 млн т категорий А + В + С₁

Прогнозные ресурсы учитываются МПР России в целом по Минусинскому бассейну в количестве 10 021 млн т по категории Р₁ и 4966 млн т по категории Р₂. Существующие запасы и ресурсы надежно обеспечивают стабильную работу действующих предприятий на ближайшие десятилетия даже при увеличении их производственных мощностей в 2–3 раза.

Железо. Размещение известных пунктов минерализации контролируется двумя стратиграфическими уровнями. В первом случае бедное оруденение с признаками формации железистых кварцитов связано с формированием базальт-кремнисто-глинистой ассоциации вендраннекембрийского возраста (джебашская серия). Во втором бурые железняки с магнетитом являются составной частью медноколчеданного оруденения, парагенетически связанное с вулканитами нижнемонокской свиты раннекембрийского возраста. Установленные пункты минерализации в большинстве случаев расположены на флангах проявлений медноколчеданной формации. На площади листа N-46-XXV, примыкающей с запада, выделена Джебашская желе-

зородная МЗ. В пределах зоны известны пункты минерализации железистых кварцитов, не имеющие промышленного значения [71ф]. В изданной в 2008 г. ГГК-1000 [8] Джебашская железорудная зона не выделяется, так как площадь в отношении железа, как и нами, оценивается отрицательно.

Хром. Минерализация, представленная хромитовой формацией, тесно связана с серпентинизированными гипербазитами борусского габбро-гипербазитового комплекса позднерифейского(?) возраста. Проявления и пункты минерализации хрома, реже никеля установлены как в пределах Борусского, так и Изыхского офиолитовых поясов. Наиболее крупные пластины гипербазитов – Борусская, Березовская и Малошущенская – сопровождаются вторичными ореолами с содержанием хрома до 0,3 %. Проявления хрома установлены в Кабансугско-Борусской МЗ, связанной с Борусским офиолитовым поясом. Породы интенсивно серпентинизированы с развитием хризотил-асбестовой и жадеит-глаукофановой формаций. Учитывая незначительную серпентизацию массивов гипербазитов, степень их метаморфизма и петрохимический состав, зона в отношении обнаружения промышленного хромитового оруденения в пределах листа оценивается отрицательно.

Медь. Медное оруденение – наиболее распространенный вид минерализации в пределах площади, с довольно широким спектром генетических и формационных типов оруденения: медноколчеданного, гидротермального медно-кварц-сульфидного и вулканогенно-осадочного в медистых песчаниках. Наиболее перспективным типом является медноколчеданный, связанный с вулканитами нижнемонокской свиты нижнего кембрия. Оруденение локализуется в зонах повышенной трещиноватости и сопровождается интенсивной пропилитизацией вмещающих пород. Представляется, что источником оруденения являются вулканогенные образования раннекембрийского возраста, а перераспределение рудного вещества и концентрация в благоприятных условиях могли произойти под воздействием гранитоидов майнского габбро-плагиогранитного комплекса [8]. В пределах рудного поля Майнского месторождения установлено, что колчеданное (пирит-пирротинное) и медноколчеданное оруденение приурочивается к зонам латерального замещения кислых и средних по составу эффузивов лавами основного состава, а сульфидно-магнетитовое оруденение распространено как в рудной зоне месторождения, так и вне ее, преимущественно в пористых лавах и туфах основного состава. Сочетание благоприятных факторов (наличие контрастных метабазаальт-метариолитовых ассоциаций нижнемонокской свиты, зон интенсивной тектонической и метасоматической проработки, близость гранитоидов майнского комплекса) позволяет предполагать возможность выявления новых объектов медно-колчеданного оруденения на глубине.

Формация медистых песчаников связана с маломощными прослоями сероцветных песчаников среди терригенно-вулканогенных образований тимиртасской свиты нижнего девона. Как оруденение, так и закономерности его размещения изучены недостаточно. Положение проявлений в зоне долгоживущего Северо-Минусинского взбросо-надвига и наличие на смежной территории «...на участках оруденения секущих и послонных субвулканических тел не исключает гидротермальный генезис» [71ф].

Основная роль в размещении медно-кварц-сульфидной формации принадлежит разрывным нарушениям, вдоль которых породы неравномерно пропилитизированы, окварцованы и несут неравномерную вкрапленность сульфидов.

Оруденение медно-кварц-сульфидной формации и медистых песчаников, из-за незначительных масштабов проявлений и низкого содержания меди, оценивается отрицательно.

Сочетание благоприятных факторов позволяет предполагать возможность выявления в пределах Майнского РР новых объектов медноколчеданного оруденения. С учетом установленных критериев и прямых признаков оруденения выделен Майнский меднорудный узел площадью 96 км². Оценка прогнозных ресурсов узла дана на основании региональной геохимии. По результатам литохимической съемки по потокам рассеяния в пределах узла выделено аномальное геохимическое поле меди. Расчет прогнозных ресурсов проведен по методике А. П. Соловова по формуле:

$$Q = a \times 1/k \times k' \times P \times H \times d,$$

где a – коэффициент забалансовых руд определяется по методическим рекомендациям ВСЕГЕИ для конкретного аномального геохимического поля (при площади 60 км² $a = 0,065$); k – коэффициент соответствия содержания меди во вторичных и первичных ореолах; k' – коэффициент

соответствия содержания меди во вторичных ореолах и потоках рассеяния; P – площадная продуктивность потоков рассеяния ($P = S \times C_{\text{ср. надфон.}}$); S – площадь аномалии (60 км^2); $C_{\text{ср. надфон.}}$ – среднее надфоновое содержание меди ($0,004\%$); H – прогнозируемая глубина оруденения (200 м); d – объемный вес ($2,7 \text{ т/м}^3$).

При расчете использованы переходные коэффициенты, полученные в процессе геохимических поисков в Туве и Восточном Саяне: $k - 0,36$, $k' - 0,98$ [70ф, 77ф].

Прогнозные ресурсы меди Майнского рудного узла составляют $238,8$ тыс. т. Предлагается утвердить по Майнскому рудному узлу ресурсы в количестве 200 тыс. т, по степени изученности ресурсы отнести к категории P_3 . В качестве эталона-аналога рассматривается Майнское месторождение. В пределах узла можно ожидать выявление малого месторождения медноколчеданной рудной формации медно-цинково-колчеданного геолого-промышленного типа с содержанием меди $0,7-5,0\%$ (среднее $2,0\%$).

Свинец, цинк. Закономерности размещения полиметаллической минерализации определяются сочетанием магматического и тектонического критериев. Проявления свинцово-цинковой минерализации локализируются в узлах пересечения разрывных нарушений субширотного простирания, разделяющих структурные блоки первого порядка, и более молодых нарушений северо-восточного направления. Два из трех установленных проявлений расположены в ближнем экзоконтакте Сизинского массива большепорожского гранитоидного комплекса раннедевонского возраста. Значение магматического критерия подчеркивается также положением вторичных ореолов свинца и цинка вдоль южного контакта массива. Установленное оруденение относится к свинцово-цинковой жильной формации гидротермального генезиса и характеризуется незначительными размерами и низким содержанием полезных компонентов. В Западно-Саянской субпровинции при отсутствии промышленно значимых объектов-аналогов, оруденению дается отрицательная оценка, прогнозные ресурсы не оцениваются.

Молибден, вольфрам. Немногочисленные проявления и пункты минерализации молибдена и вольфрама несут признаки апогранитовой грейзеновой формации гидротермально-метасоматического генезиса. В ближнем экзоконтакте гранитоидных массивов устанавливается парагенетическая связь оруденения с гранитоидами джойского и большепорожского комплексов раннедевонского возраста. Минерализация сопровождается слабопроявленными процессами грейзенизации и окварцевания гранитов, ороговикования и прожилкового окварцевания вмещающих пород. Наряду с молибденом и вольфрамом в повышенных концентрациях постоянно присутствуют редкие металлы, редкоземельные элементы. Оруденение незначительно по масштабам, характеризуется низкими содержаниями полезных компонентов и практического значения не имеет. Прогнозные ресурсы не оцениваются.

Редкие земли, редкие металлы. Имеется парагенетическая связь редкометалльно-редкоземельного оруденения с гранитоидами джойского гранитного комплекса раннедевонского возраста. Минерализация локализуется в метасоматитах альбит-амфиболового и мусковит-кварц-альбитового состава, развивающихся в зонах повышенной трещиноватости в эндо- и экзоконтактах массивов. Наряду с редкими металлами и землями в повышенных концентрациях присутствуют уран, торий, молибден. Оруденение незначительно по масштабам и практического значения не имеет. Прогнозные ресурсы не оцениваются.

Золото рудное. На площади Приенисейско-Шушенского золоторудно-россыпного узла находится Малошушенское месторождение с балансовыми запасами золота по категории C_2 в количестве $7,7$ т. Золото-кварц-сульфидное оруденение Малошушенского месторождения локализуется в зоне рассланцевания и метасоматоза вулканогенных пород в экзоконтакте Средне-Енисейского гранитоидного массива майнского комплекса раннекембрийского возраста. Предполагается, как и для медноколчеданной минерализации, что источником оруденения являются вулканогенные образования нижнемонокской свиты раннекембрийского возраста, а перераспределение рудного вещества и концентрация в благоприятных условиях произошли под воздействием гранитоидов майнского комплекса.

Прогнозные ресурсы рудного узла по состоянию на $1.01.2003$ г. утверждены НТС ГУПР по Красноярскому краю по категории P_2 в количестве $18,7$ т. Оценка прогнозных ресурсов остальной части узла может быть дана на основании региональной геохимии. По результатам литохимической съемки по потокам рассеяния в пределах узла выделено четыре аномальных геохимических поля золота в ранге рудных полей. Расчет прогнозных ресурсов проведен по методике А. П. Соловова по формуле:

$$Q = a \times 1/k k' \times P \times H \times d,$$

где a – коэффициент забалансовых руд определяется по методическим рекомендациям ВСЕГЕИ для конкретного аномального геохимического поля (при площади 60 км² $a = 0,065$); k – коэффициент соответствия содержаний меди во вторичных и первичных ореолах; k' – коэффициент соответствия содержаний меди во вторичных ореолах и потоках рассеяния; P – площадная продуктивность потоков рассеяния ($P = S \times C_{\text{ср. надфон.}}$); S – площадь аномалии (60 км²); $C_{\text{ср. надфон.}}$ – среднее надфоновое содержание меди (0,004%); H – прогнозируемая глубина оруденения (200 м); d – объемный вес (2,7 т/м³).

При расчете использованы переходные коэффициенты, полученные при геохимических поисках в Туве и Восточном Саяне: $k = 0,25$, $k' = 1,1$ [70ф, 77ф]. Коэффициент забалансовых руд принят равным 0,11. Основные характеристики аномальных полей и результаты расчета ресурсов приведены в табл. 8. В пределах узла можно ожидать выявление малого месторождения золотокварцевой малосульфидной формации золотокварцевого геолого-промышленного типа при среднем содержании золота на уровне 2–3 г/т. В качестве объекта-аналога рассматривается Малошущенское месторождение. Предлагается по Приенисейско-Шушенскому ЗРРУ утвердить ресурсы рудного золота в количестве 65 т, по степени изученности ресурсы отнести к категории Р₃.

Т а б л и ц а 8

**Основные характеристики аномальных полей и расчет прогнозных ресурсов золота
Приенисейско-Шушенского ЗРРУ**

№ п/п	Номер аномального поля	Площадь поля, км ²	Число проб	Ср. надфон, мг/т	Коэффициент забалансовых руд	Площадная продуктивность	Ресурсы, т
1	АГХП-I	15	10	7	0,11	105	10,5
2	АГХП-II	22	9	6	0,11	132	13,2
3	АГХП-III	25	15	12	0,11	300	30
4	АГХП-IV	8	8	5	0,11	105	10,5
Итого							64,2

Золото россыпное. По состоянию на 1.01.2003 г. по Приенисейско-Шушенскому ЗРРУ без разделения по россыпям ЦНИГРИ апробированы ресурсы россыпного золота по категориям Р₁, Р₂ и Р₃ в количестве 0,1; 0,2 и 0,7 т соответственно. Эти цифры без изменения предложены на апробацию в ЦНИГРИ при переоценке прогнозных ресурсов золота по состоянию на 1.01.2010 г. Поисково-разведочные и эксплуатационные работы за прошедший период на площади не проводились. Предлагается в рамках этих цифр ресурсы россыпного золота Приенисейско-Шушенского ЗРРУ в пределах площади листа принять по состоянию на 1.01.2015 г. в цифрах, приведенных в табл. 9.

Т а б л и ц а 9

Ресурсы россыпного золота Приенисейско-Шушенского ЗРРУ в пределах площади листа N-46-XXVI

№ п/п	Месторождение, проявление	Ресурсный потенциал, кг			
		Р ₁	Р ₂	Р ₃	Всего
1	Россыпь р. Мал. Шушь	88	–	–	88
2	Проявление р. Голубая	–	45	–	45
3	Проявление р. Бол. Шушь	–	–	263	263
Итого					396

Фосфорит. Размещение проявлений и пунктов минерализации фосфоритов подчинено стратиграфическому критерию. Повышенная фосфатоносность связана с доломитами и доломитистыми известняками верхнетурунташской подтолщи раннекембрийского возраста. В сред-

ней части толщи, в интервале разреза мощностью до 150 м, установлено до 15 пересечений от 0,5 до 3 м с содержанием пятиоксида фосфора до 10 %. Из-за невысокого содержания полезного компонента проявлениям дана отрицательная оценка, прогнозные ресурсы не оцениваются.

Асбест, тальк, нефрит, жадеит, демантоиды. Перечисленные полезные ископаемые тесно связаны с гипербазитами борусского габбро-гипербазитового комплекса позднерифейского(?) возраста в пределах одноименного офиолитового пояса. В размещении их намечается определенная зональность. Центральная часть главной пластины пояса, сложенная частично серпентинизированными породами дунит-гарц-бургитовой ассоциации, вмещает все перспективные объекты с хризотил-асбестовой минерализацией. В краевой части пояса, особенно в его висячем боку, где гипербазиты подверглись интенсивному метасоматическому воздействию, вероятно, связанному с внедрением гранитоидов раннедевонского возраста, располагаются проявления нефрита, жадеита, талька и демантоидов. При этом «...зоны развития сложнодислоцированных серпентинитов и серпентинитовых брекчий с хризотил-лизардитовым и хризотил-антигоритовым матриксом, находящихся в ассоциации с габброидами и кальциевыми метасоматитами, благоприятны для нефритообразования» [49ф]. Рудные поля Буланташского месторождения, Борусского и Енисейского проявлений объединены в Буланташский асбестоносный узел, ресурсный потенциал которого приведен в табл. 10. Ресурсы первых двух объектов утверждены НТС ПГО «Красноярскгеология», ресурсы Енисейского проявления приведены в авторских цифрах [49ф]. Площадь рудных полей и узла изучена достаточно надежно и учитываемая высокую степень обнаженности района прирост ресурсов можно ожидать только с увеличением глубины оценки.

Таблица 10

Ресурсный потенциал Буланташского асбестоносного узла

№ п/п	Месторождение, проявление	Глубина оценки, м	Ресурсный потенциал (АК-VI), тыс. т		
			P ₁	P ₂	P ₃
1	Буланташское месторождение	До 300	2244	5104	–
2	Борусское проявление	До 200	1129	1258	–
3	Енисейское проявление	До 200	–	260	–
Итого Буланташский узел			3373	6622	–

Предлагается принять ресурсный потенциал Буланташского асбестоносного узла так, как приведено в табл. 10.

Проявления драгоценных и поделочных камней на площади листа изучены специалистами НПО «Кварцсамоцветы». Из-за плохого качества сырья и слабой степени развития метасоматических процессов им дана отрицательная оценка. Исключение составляет проявление демантоидов Южное. Прогнозные ресурсы демантоида по категории P₃ в четвертичных отложениях вдоль рудной зоны проявления оценены в 14,8 т размерного граната [32]. Отсутствие качественных характеристик минерала, некорректная оценка ресурсов в сочетании со сложными горно-геологическими условиями участка позволяют воздержаться от представления этих ресурсов на утверждение. Наличие в непосредственной близости от южной рамки листа промышленных месторождений жадеита (Борусское) и нефрита (Кантегирское) оставляют надежду на выявление месторождений драгоценных и поделочных камней хорошего качества и на рассматриваемой площади.

Площадь листа охватывает хорошо освоенную территорию южной части Центральной Сибири. Основу ее составляют Саяно-Шушенская ГЭС, Саянский алюминиевый завод, угледобывающие и камнеобрабатывающие предприятия и сельскохозяйственное производство. Дальнейшее развитие минерально-сырьевой базы площади будет идти по пути наращивания угледобычи, камнеобработки и вовлечению в отработку газоконденсата, золота, строительных материалов и, возможно, горнотехнического сырья. В отношении металлических ископаемых перспективы площади ограничены.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

В основу главы положены материалы гидрогеологического картирования масштаба 1 : 200 000 в пределах листа N-46-XXVI (Л. Д. Струкова, 1978), с корректировкой структурного плана площади в соответствии с современным пониманием геологического строения территории листа [6].

Согласно гидрогеологическому районированию территории Российской Федерации (2001 г.), площадь листа принадлежит к Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области (структура I порядка) (рис. 33). С учетом структурно-тектонического строения территории листа, гидрогеодинамических особенностей геологического разреза и направленности подземного стока, в составе Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области выделяются гидрогеологические структуры II и III порядков (табл. 11).

Таблица 11

Гидрогеологическое районирование территории листа

Гидрогеологические структуры	Индекс и наименование гидрогеологических структур, согласно перечню объектов гидрогеологического районирования территории Российской Федерации, 2001 г.	
I порядок	(I) Саяно-Алтайская гидрогеологическая складчатая область (ГСО)	
II порядок	(I ₁) Алтае-Саянская гидрогеологическая складчатая область (ГСО)	(I ₂) Минусинский артезианский бассейн
III порядок	(I ₁ ¹) Западно-Саянский гидрогеологический район (ГР)	(I ₂ ¹) Южно-Минусинский артезианский бассейн

В северной части листа выделяется Минусинский артезианский бассейн – структура II порядка и входящая в нее структура III порядка – Южно-Минусинский артезианский бассейн. Южнее находится Алтае-Саянская ГСО – структура II порядка и входящий в нее Западно-Саянский гидрогеологический район – структура III порядка. Ниже приводится характеристика гидрогеологических условий Южно-Минусинского артезианского бассейна и Западно-Саянского гидрогеологического района.

Южно-Минусинский артезианский бассейн занимает южную часть Южно-Минусинской впадины, поверхность района равнинная, холмисто-увалистая.

В пределах Южно-Минусинского артезианского бассейна распространены водоносные горизонты и комплексы четвертичных, пермских, каменноугольных и девонских отложений. Подземные воды циркулируют в условиях свободного водообмена.

Водоносные горизонты четвертичного возраста приурочены преимущественно к аллювиальным и озерно-аллювиальным отложениям.

В кровле и подошве водоносных горизонтов отсутствуют выдержанные по площади водопоры, подземные воды гидравлически связаны с нижележащими горизонтами и поверхностными водами. По условиям циркуляции подземные воды – поровые, по условиям залегания – безнапорные, незащищенные.

Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод из рек, озер и каналов Койбальской оросительной системы. Также в питании принимают участие нижележащие палеозойские водоносные горизонты и комплексы. Разгрузка подземных вод осуществляется в речную сеть, озера и подстилающие водоносные горизонты и комплексы.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

- $aQ_{н-н}$ Верхнеплейстоценовый-голоценовый аллювиальный водоносный горизонт. Валунно-галечные, галечные отложения с песчаным, супесчаным заполнителем, пески, супеси, суглинки
- $laQ_{н-н}$ Верхнеоплейстоценовый-голоценовый озерно-аллювиальный относительно водоупорный горизонт. Суглинки, глины, супеси, пески
- $aQ_{н}$ Верхнеоплейстоценовый аллювиальный водоносный горизонт. Галечники, пески, супеси
- $aQ_{э}$ Эоплейстоценовый аллювиальный водоносный горизонт. Галечник, пески, гравий
- P, nr Пермский водоносный горизонт. Песчаники, алевролиты, прослои углей и конгломератов
- C_3 Верхнекаменноугольный водоносный горизонт. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, прослои углей, конгломератов и гравелитов
- C_{2-3} Средне-верхнекаменноугольный водоносный горизонт. Алевролиты, песчаники, конгломераты, гравелиты с прослоями углей
- C_1 Нижнекаменноугольный относительно водоносный горизонт. Туфы, туффиты, песчаники, алевролиты, известняки, аргиллиты
- D_3 Верхнедевонский водоносный горизонт. Алевролиты, песчаники, аргиллиты, гравелиты, конгломераты, мергели
- D_2 Среднедевонский относительно водоносный горизонт. Песчаники, алевролиты, мергели, аргиллиты
- D_1 Нижнедевонская водоносная зона трещиноватости. Базальты, андезиты, дациты, риодациты, риолиты, туфы, туфоконгломераты, туфопесчаники, песчаники
- γD_1 Нижнедевонская водоносная зона трещиноватости plutonic пород. Граниты, гранодиориты, диориты
- O_3 Верхнеордовикская водоносная зона трещиноватости. Песчаники, гравелиты, конгломераты
- E_1 Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости чеханской, верхнемонокской свит. Метапесчаники, метагравелиты, сланцы, известняки
- $\rho\gamma E_1$ Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости plutonic пород. Плагииграниты, тоналиты, кварцевые диориты, плагиигранит-порфиры
- E_{bb} Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости буйбинской толщи. Метапесчаники, метаалевролиты, филлиты, метагравелиты
- E_{nm} Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости нижнемонокской свиты. Метабазальты, метариолиты, метатифы, кварциты, метапесчаники
- $V?-E_1$ Венд-нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости. Сланцы, метабазальты, мрамора, кварциты
- $\sigma-vRF_{br}$ Вехнерифейская водоносная зона трещиноватости габбро-гипербазитового комплекса. Габбро, роговообманковые габбродиориты, диориты, верлиты, дуниты, клинопироксениты, серпентиниты

ВОДОПУНКТЫ

- $0.2 \begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix} 0.2$ Источник восходящий
 - $0.2 \begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix} 0.15$ Источник нисходящий
 - $3.0 \begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix} 0.06$ Пластовый выход подземных вод
 - $1.2 \begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix} 0.2$ Группа родников. Цифры: слева в числителе-суммарный дебит, л/с, в знаменателе-минерализация воды, г/л; справа-количество родников в группе
 - \odot Скважина. Цифры: слева в числителе-дебит, л/с, в знаменателе-понижение в м; справа в числителе-глубина установившегося уровня воды, м, в знаменателе-минерализация воды, г/л
 - $0.2 \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} 0.6$ Колодец. Цифры: слева-дебит, л/с; справа-в числителе-глубина до воды, м; в знаменателе- минерализация воды, г/л
- Цифры: слева-дебит, л/с, справа- минерализация воды, г/л
- В типовых водопунктах воды:
- $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$ с преобладанием гидрокарбонатного аниона
 - $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$ с преобладанием сульфатного аниона
 - $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$ с преобладанием хлоридного аниона
 - $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$ гидрокарбонатно-хлоридные
 - $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$ гидрокарбонатно-сульфатные
 - $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$ сульфатно-гидрокарбонатные
 - $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$ хлоридно-гидрокарбонатные
 - $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$ сульфатно-хлоридные
 - $\begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$ хлоридно-сульфатные

РАЗЛОМЫ

- Крупные обводненные надвиги
- Прочие разломы

НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ

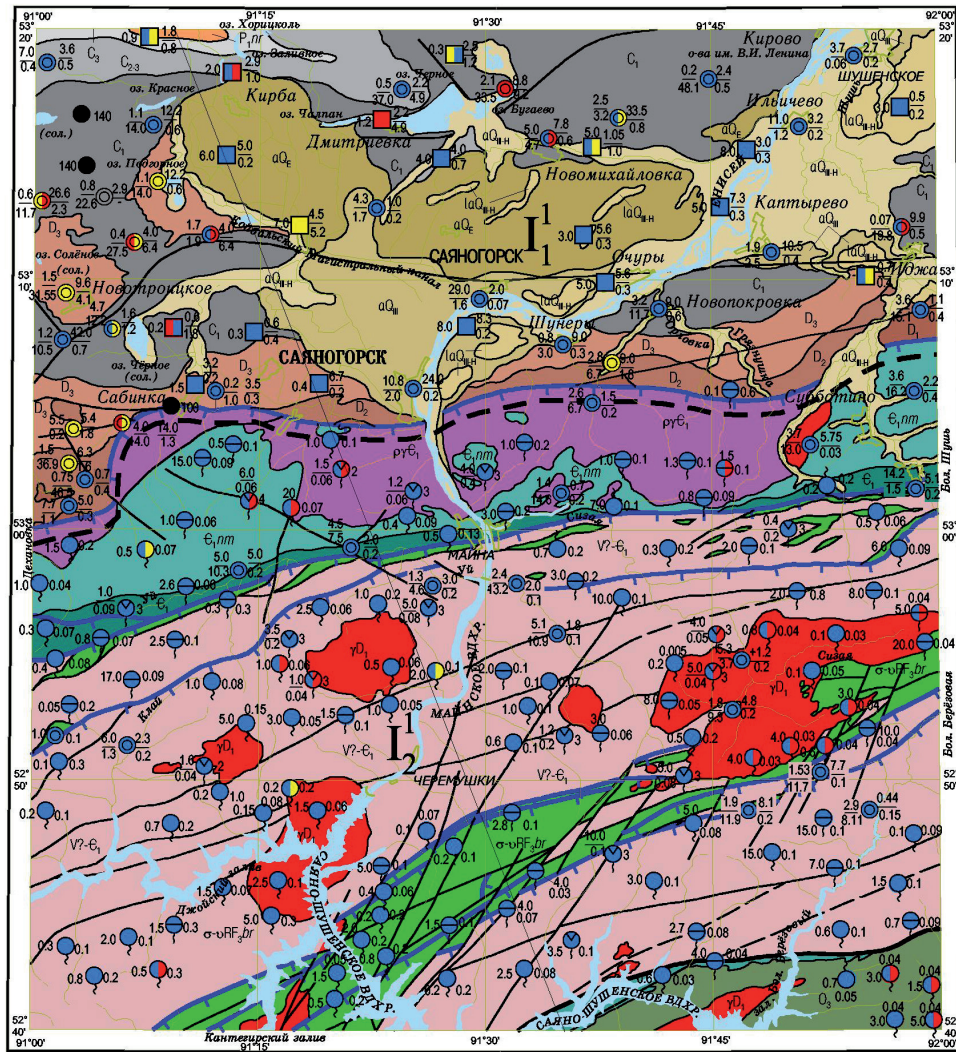
- $1.7 \begin{matrix} | \\ | \end{matrix} 4.0$ Закраска соответствует химическому составу воды в опробованном интервале глубины. Скважина. Цифры: слева в числителе-дебит, л/с, в знаменателе-понижение, м; справа-в числителе-глубина установившегося уровня воды, м; в знаменателе-минерализация воды, г/л
- $6.0 \begin{matrix} | \\ | \end{matrix} 0.6$ Колодец. Цифры: слева-дебит, л/с; справа в числителе-глубина до воды, м; в знаменателе-минерализация воды, г/л

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

- I - Алтае-Саянская гидрогеологическая складчатая область
- I_1 - Минусинский межгорный артезианский бассейн
- I_2 - Южно-Минусинский артезианский бассейн

Граница гидрогеологических структур

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА



1 500 000
км 5 0 5 10 15 км

Разрез по линии А-Б

Масштаб горизонтальный 1:500 000
вертикальный 1:250 000

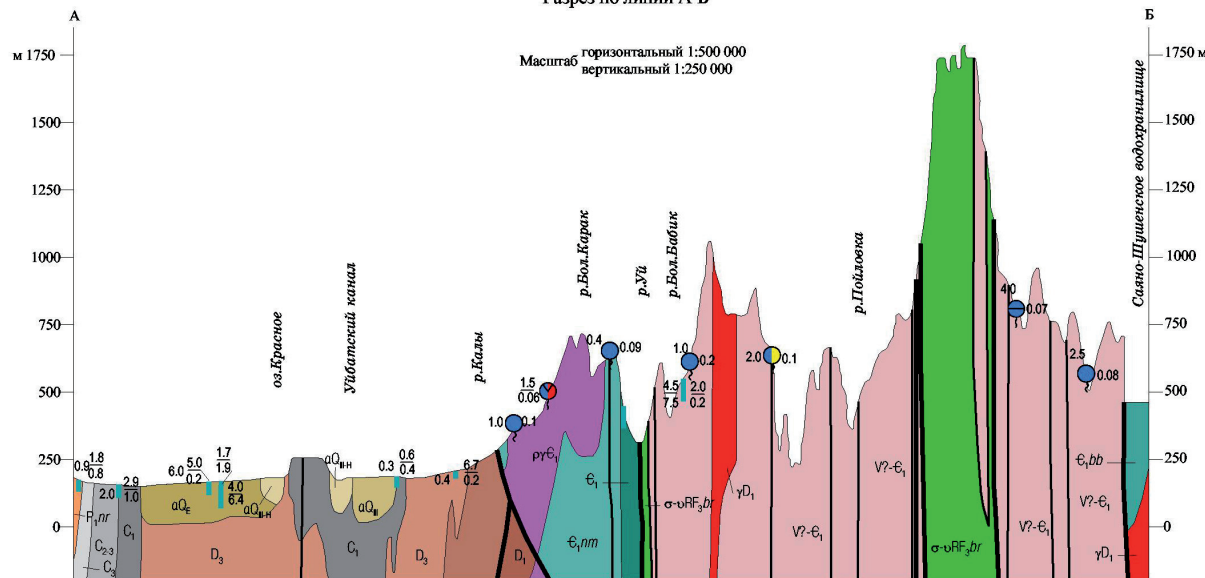


Рис. 33. Гидрогеологическая схема листа N-46-XXVI.

С коренными породами пермского, каменноугольного и девонского возраста связаны трещинные, трещинно-пластовые, реже трещинно-карстовые и трещинно-жильные преимущественно гидрокарбонатные, смешанные по катионам подземные воды.

Региональные водоупоры на территории отсутствуют, водоносные горизонты гидравлически связаны между собой. Подземные воды по условиям залегания напорно-безнапорные, по условиям защищенности от поверхностного загрязнения – условно защищенные.

Питание водоносных горизонтов осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Питание и разгрузка подземных вод происходит за счет перетока из ниже-, вышележащих горизонтов и тектонических разломов и инфильтрации поверхностных вод.

Все выделенные стратификационные единицы относятся к верхнему гидрогеологическому этажу в зоне свободного водообмена.

Гидрогеологические подразделения Южно-Минусинского артезиального бассейна:

Верхнеоплейстоценовый–голоценовый аллювиальный водоносный горизонт (aQ_{III-N}) распространен в поймах рек и бессточных озерных котловинах на территории листа. В долине р. Енисей он залегает в пределах поймы и первой надпойменной террасы. Мощность водоносного горизонта изменяется от 0,5 до 10–20 м. Подземные воды безнапорные, приурочены к валунно-галечным, галечным отложениям с песчаным, супесчаным заполнителем, к пескам, супесям. В котловинах у озер Солёное, Чёрное, Чалпан, ур. Сорокоозерск и Трехозёрки водоносный горизонт приурочен к пескам и илам. Глубина залегания подземных вод изменяется от 0,6–3,2 до 14,3 м. По данным режимных наблюдений, амплитуда колебания уровня подземных вод совпадает с амплитудой колебания уровня воды в Енисее. В течение года колебания уровня подземных вод составляют от 0,38 м в летне-осенний период, до 5,5–7 м в паводок. Дебиты скважин колеблются от 0,8 до 11,0 л/с, при понижении – от нескольких сантиметров до 7–8 м. Дебиты колодцев в приозерных котловинах составляют от 0,01 л/с, в речных долинах до 10 л/с и более. В районе Саяно-Шушенской ГЭС коэффициент водопроницаемости аллювиальных отложений в долине р. Енисей составляет 1800–2000 м²/сут.

По химическому составу подземные воды аллювиального горизонта, распространенные в речных долинах, гидрокарбонатные, кальциево-магниевые, реже смешанного катионного состава с минерализацией 0,07–0,6 г/дм³, с жесткостью 1,4–21,19 мг-экв/дм³, рН 6,9–8,76. Отмечаются повышенные концентрации азотистых соединений и железа от 0,3–0,5 до 12 мг/дм³.

Подземные воды горизонта, распространенные в озерных котловинах, имеют сульфатно-гидрокарбонатный или хлоридно-сульфатный состав с минерализацией 1,1–2,4 г/дм³, жесткостью до 1,5–5,7 мг-экв/дм³, рН 7,2–7,9.

В бактериологическом отношении подземные воды соответствуют нормативам; токсичные элементы – цинк (14 мкг/дм³), медь и ртуть отсутствуют.

В зимний период, верхняя часть водоносного горизонта может перемерзнуть вблизи русла реки. Температура подземных вод, распространенных ниже слоя сезонного промерзания, составляет 4–6 °С по площади.

Подземные воды широко используются для водоснабжения. Водоотбор осуществляется в основном мелкими скважинами и колодцами.

Верхнеоплейстоценовый–голоценовый озерно-аллювиальный относительно водоупорный горизонт (laQ_{III-N}) распространен на ограниченных участках в долине р. Енисей, вдоль склона Западного Саяна.

В кровле водоупорного горизонта залегают глины, суглинки и супеси с включениями щебня и полукатанной гальки, в подошве – палеозойские отложения. Водоносные отложения представлены песками, супесями мощностью 5–20 м. Подземные воды безнапорные, глубина залегания составляет от 0,6–6,0 до 20,0 м и более на абс. отм. 295–350 м. Дебиты колодцев составляют 0,2–5,0 л/с. Вблизи водоемов водообильность отложений выше, в междуречьях они полностью дренированы.

Химический состав подземных вод пестрый: вблизи рек воды гидрокарбонатные смешанного катионного состава с минерализацией до 1 г/дм³, в озерных котловинах хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 1,5–1,8 г/дм³. Величина рН – 7,7, жесткость подземных вод верхнеоплейстоценового–голоценового горизонта меняется в широких пределах: от мягких до очень жестких – 35,4 мг-экв/дм³.

Практического значения подземные воды верхнеоплейстоценового–голоценового горизонта не имеют.

Верхнеоплейстоценовый аллювиальный водоносный горизонт (aQ_{III}) распространен в долине р. Енисей в пределах четвертой, третьей и второй надпойменных террас. Севернее, на ле-

вобережье он граничит с *эоплейстоценовым аллювиальным водоносным горизонтом* (αQ_E). Подземные воды эоплейстоценового горизонта приурочены к отложениям древней долины р. Енисей, выполняющие широкую впадину, протянувшуюся от р. Енисей на северо-запад.

На площади распространения эоплейстоценового аллювиального горизонта (αQ_E) сооружена Койбальская оросительная система. Эксплуатация оросительной системы оказывает влияние на гидродинамический, гидрохимический и температурный режимы подземных вод.

Водовмещающие отложения средне-верхнеэоплейстоценового и эоплейстоценового аллювиальных горизонтов представлены галечниками и песками в долине р. Енисей, в разрезе преобладают крупногалечные и валунные отложения. В кровле водоносных горизонтов залегают суглинки мощностью до 4 м, но чаще покров отсутствует. В подошве залегают палеозойские породы. Вскрытая мощность водоносных горизонтов составляет 4–17 м. Подземные воды безнапорные, залегают на глубине от 0,6–5,0 до 6,0–12,0 м, на абс. отм. 280–300 м. Дебит скважин и колодцев составляет от 0,2 до 6,0 л/с, при понижении 2–3 м.

Химический состав подземных вод гидрокарбонатный натриевый с минерализацией 0,2–1 г/дм³, общей жесткостью 1,15–5,1 мг/экв-дм³, рН 7,1–7,7. Вблизи озер, заболоченных участков и оросительных каналов вода в колодцах сульфатная натриевая или карбонатно-хлоридная, гидрокарбонатно-сульфатная натриевая с минерализацией 0,7–5,2 г/дм³.

На площади распространения этих водоносных горизонтов в пределах Койбальской оросительной системы естественный режим подземных вод нарушен за счет фильтрации поливных и поверхностных вод через дно каналов. Наблюдается ирригационный тип режима подземных вод – площадной подъем уровня и засоление почвы. Максимальные уровни подземных вод наблюдаются в июле–июне, минимальные – в марте–апреле. Амплитуда колебания уровня составляет 0,4–0,95 м. Колебание уровня подземных вод в течение года на орошаемой площади увеличивается от 0,49 до 2,41 м, вблизи магистральных каналов достигает 3,08–3,21 м.

Температура подземных вод в годовом разрезе изменяется от 0,1–9,0 °С до 4,0–13 °С, амплитуда колебания температур составляет 0,8–4,2 °С.

Подземные воды горизонта для водоснабжения не используются.

Пермский водоносный горизонт (P_{1n}) имеет ограниченное распространение в северо-западной части территории листа, в поле развития нарылковской свиты. Мощность отложений не превышает 100 м. Подземные воды приурочены к песчаникам, алевролитам, углям, конгломератам. Практического значения водоносный горизонт не имеет.

Верхнекаменноугольный водоносный горизонт (C_3) имеет ограниченное распространение в северо-западной части территории листа и приурочен к белоярской свите. Водовмещающие отложения представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами с прослоями угля, конгломерата и гравелита.

Подземные воды напорно-безнапорные, залегают на глубине 25–224 м, величина напора составляет 0–41 м, статический уровень устанавливается на глубине 25–43 м, абс. отм. 250–300 м. Удельный дебит скважин 0,007–1,31 л/с, коэффициент фильтрации 0,01–15,0 м/сут.

Химический состав подземных вод сульфатный, гидрокарбонатно-натриевый, минерализация 1,4–3,0 г/дм³.

Средне-верхнекаменноугольный водоносный горизонт (C_{2-3}).

Водовмещающие породы горизонта представлены песчаниками, конгломератами, алевролитами с прослоями углей побережной, черногорской, сарской, соленоозерской свит. Вскрытая мощность горизонта изменяется от 40–80 до 216 м, уровни подземных вод устанавливаются на глубине 5–14 м. Литологический состав пород горизонта не выдержан по простиранию и в разрезе. Резкая фациальная изменчивость отложений обуславливает неодинаковые фильтрационные свойства. Дебит скважин составляет от 0,2 до 7,0 л/с, при понижении 8–18 м. Коэффициент водопроницаемости изменяется от 4 до 100 м²/сут.

По химическому составу подземные воды сульфатные, с пестрым катионным составом, слабосолоноватые. Минерализация изменяется от 1,7 до 2,16 г/дм³. На отдельных участках встречаются гидрокарбонатные воды смешанного катионного состава с минерализацией 0,5 г/дм³.

Подземные воды для водоснабжения не используются ввиду ограниченного распространения.

Нижнекаменноугольный относительно водоносный горизонт (C_1) широко развит и представлен байновской, ямкинской, соломенской, кривинской, самохвальской, камышинской, алтайской и быстрианской свитами. Однообразие литологического состава, небольшие площади распространения, отсутствие водоупоров между горизонтами, гидравлическая связь между

ними позволяют рассматривать подземные воды данных отложений как единый водоупорный горизонт.

Водоупорный горизонт развит в северо-восточной части листа, слагая седловину между Восточно-Красногорской и Западно-Красноозерской брахиантиклиналями, а также Новомихайловскую брахиантиклиналь и юго-восточное крыло Кальско-Дубинской синклинали.

Водовмещающими породами являются песчаники, алевролиты, аргиллиты, туфы, туффиты, известняки. Вскрытая мощность водоупорного горизонта составляет от 10–57 до 100–157 м. В кровле водоупорные породы, как правило, отсутствуют, чаще залегают водоносные горизонты четвертичных отложений. Уровни подземных вод фиксируются на глубине от 2,5–10 до 12–42 м на абс. отм. 195–472 м. Подземные воды напорно-безнапорные, напор над кровлей составляет 0–39 м. Фильтрационные свойства пород колеблются в широких пределах, в зависимости от степени трещиноватости водовмещающих пород. Дебиты скважин составляют: от сотых долей л/с при понижении 19,8 м; 0,2–1,1 л/с при понижении 48–22,6 м; 1,2–4,7 л/с при понижении 10,5–12,2 м. Удельные дебиты от 0,0004 до 0,3–2,5 л/с. Часто скважины бывают безводные. Коэффициент фильтрации составляет 0,0004–2,5 м/сут, коэффициент водопродимости – 0,0004–5,4 м²/сут.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные смешанного катионного состава с минерализацией, 0,2–1,2 г/дм³, на отдельных участках встречаются сульфатно-натриевые с минерализацией от 1,7 до 2,16 г/дм³.

Подземные воды используются для водоснабжения на участках с кондиционным качеством таковых.

Верхнедевонский водоносный горизонт (D₃) распространен у западной границы площади листа, по границе сочленения Южно-Минусинского артезианского бассейна и Западно-Саянского гидрогеологического района. Водовмещающие отложения представлены песчаниками и алевролитами, гравелитами, конгломератами тубинской, ойдановской и кохайской свит. Вскрытая мощность водоупорного горизонта 20–155 м. Водоупорные отложения в кровле и подошве водоносного комплекса отсутствуют. Роль локального водоупора выполняют прослой аргиллитов и мергелей. Подземные воды напорно-безнапорные, статические уровни устанавливаются на глубине 4–158 м на абс. отм. 194–495 м. Напор над кровлей обводненных отложений составляет 0–3 м, достигая 11–76 м.

Дебит скважин составил 2,9–5,5 л/с, при понижении 6,7–9,2 м, удельный дебит – от 0,4–0,6 до 1,85 л/с. Коэффициенты фильтрации 0,01–1,9 м/сут, коэффициенты водопродимости 32–187 м²/сут.

По химическому составу подземные воды сульфатно-натриевые или кальциево-магниевого с минерализацией от 0,2 до 2,0 г/дм³, с температурой от +4 до +6 °С. Прозрачные, без цвета и запаха, иногда солоноватые на вкус. Содержание токсичных элементов не превышает нормативные значения.

Температура подземных вод с февраля по май стабильна и составляет от +1,0 до +1,5 °С. С третьей декады июня наблюдается повышение до плюс 5–8 °С.

Для водоснабжения не используется из-за плохого качества.

Среднедевонский относительно водоносный горизонт (D₂) распространен в северо-восточной части территории листа, в районе сочленения Южно-Минусинского артезианского бассейна и Западно-Саянского гидрогеологического района. Подземные воды горизонта приурочены к отложениям бейской, илеморовской, аскизской и толтаковской свит. Водовмещающими породами являются песчаники, алевролиты, аргиллиты, мергели. Мощность водоносного горизонта – 65–149 м.

Подземные воды напорно-безнапорные, глубина залегания от поверхности земли составляет 5–45 м. Напор над кровлей – 0–39 м, абсолютная отметка уровня 333–575 м. Удельный дебит скважин составляет 0,01–7 л/с. Коэффициент фильтрации равен 0,16–44 м/сут, коэффициент водопродимости – 6–120 м²/сут, может достигать 700 м²/сут.

Подземные воды прозрачные, без цвета и запаха, по химическому составу гидрокарбонатные натриево-кальциевые с минерализацией 0,1–1,0 г/дм³. Содержание токсичных элементов не превышают нормативных значений: медь и ртуть отсутствуют, цинк – 40 мкг/дм³.

Годовая амплитуда колебания температуры подземных вод равна 6 °С. В период с конца марта по сентябрь температура подземных вод стабильна, с октября по март повышается от +2 до +8 °С.

Практического значения подземные воды на территории не имеют ввиду отсутствия населенных пунктов.

Нижнедевонская водоносная зона трещиноватости (D₁) имеет ограниченное распространение в предгорьях Западного Саяна в виде узкой полосы в северо-западной и северо-восточной частях территории листа.

Подземные воды приурочены к вулканогенно-осадочным породам тимиртасской свиты, представленным базальтами, андезитами, дацитами, риолитами, туфами, туфоконгломератами, туфопесчаниками, песчаниками. Мощность обводненной зоны – 14–100 м, кровля водоносных отложений фиксируется на глубине 18–130 м, на абс. отм. 200–391 м. Подземные воды напорные, величина напора составляет 6–50 м. Скв. 17, расположенной на левом берегу р. Енисей, вскрыты подземные воды на глубине 20 м, пьезометрический уровень установился на отметке +1,1 м, величина напора – 21,1 м. Дебит скв. 17 составил 3,5 л/с при понижении 15,1 м, удельный дебит – 0,23 л/с. Нижнедевонская водоносная зона характеризуется низкой водообильностью, средние значения удельного дебита составляют 0,07–0,4 л/с, коэффициент фильтрации не превышает 0,2–0,5 м/сут, коэффициент водопроницаемости – 6–30 м²/сут.

Подземные воды прозрачные, без цвета и запаха, по химическому составу гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые или хлоридно-гидрокарбонатные магниевые-натриевые с минерализацией 0,1–0,7 г/дм³.

Для водоснабжения подземные воды не используются.

Западно-Саянский гидрогеологический район отделяется от Южно-Минусинского артезианского бассейна Саяно-Минусинским глубинным разломом.

В районе преобладает среднегорный резкорасчлененный эрозионно-тектонический рельеф. Абсолютные отметки увеличиваются от 500 м на северо-востоке до 2000 м на юго-западе района. Относительные превышения – от 200 до 1000 м.

Четвертичные водоносные горизонты распространены в долинах рек. Преимущественно в районе развиты трещинные и трещинно-жильные подземные воды, приуроченные к позднеордовикским, раннекембрийским, вендским и позднерифейским породам различного генезиса.

Глубина залегания подземных вод в зависимости от рельефа изменяется от 2 м в речных долинах до 100 м на склонах. Водообильность пород зависит от степени трещиноватости и степени заполнения их глинистым материалом, а также от положения по отношению к речным долинам и зонам тектонических нарушений. В целом породы отличаются низкой водообильностью. Наиболее водообильными являются зоны тектонических нарушений и верхняя часть зоны экзогенной трещиноватости в речных долинах. Островерхние водоразделы и вершины сдвигнуты и безводны.

Питание осуществляется за счет атмосферных осадков и талых вод на площади развития водоносных пород. В пределах этой площади происходит дренирование их многочисленными речками и ручьями, притоков различного уровня р. Енисей. Это способствует усиленному водообмену трещинных вод, благодаря чему степень минерализации незначительна. Благоприятными условиями питания является лесная растительность, регулирующая поверхностный сток. Большая часть осадков идет на пополнение запасов подземных вод.

В центральной части Западно-Саянского гидрогеологического района развиты многолетнемерзлые породы преимущественно сплошного распространения, приуроченные к осевым частям Джебашского, Аланского, Бурского хребтов и их отрогов. На участках развития многолетнемерзлых пород развит периодически водоносный криогенно-таликовый слой в элювиально-десерпционных, десерпционно-солифлюкционных, десерпционно-коллювиальных, делювиально-солифлюкционных и элювиально-солифлюкционных отложениях. Подмерзлотные воды развиты в нижней части зоны региональной трещиноватости и по зонам тектонических нарушений. Основные параметры криогенной толщи не изучены.

Подразделения Западно-Саянского ГР.

Верхнеордовикская водоносная зона трещиноватости (O₃) распространена в юго-восточной части территории листа, в районе нижнего течения р. Бол. Берёзовая в Западном Саяне. Подземные воды приурочены к песчаникам, гравелитам, конгломератам карынсугской и манчурекской нерасчлененных свит. Водоносность отложений определяется степенью выветрелости и трещиноватости пород, мощность обводненной зоны составляет 42–126 м.

Водоносная зона изучена недостаточно детально ввиду того, что территория расположена в труднодоступном районе, характеризуется затаеженностью и сильной расчлененностью рельефа. Буровые работы на площади распространения обводненной зоны не проводились, гидрогеологическая характеристика дается по естественным выходам подземных вод.

Водообильность характеризуется дебитами нисходящих источников, расположенных на абс. отм. 1000–1500 м: от 0,7 до 5 л/с. Наибольшие дебиты связаны с родниками, приуроченными к зонам тектонических разломов.

Коэффициенты фильтрации водоносных пород составляют 0,001–3,3 м/сут, коэффициенты водопроницаемости 0,1–71 м²/сут.

Подземные воды прозрачные, без цвета и запаха, по химическому составу гидрокарбонатные кальциево-натриевые или гидрокарбонатные магниевые, с минерализацией 0,05–0,4 г/дм³, общая жесткость 0,4–0,7 мг-экв/дм³, рН 6,6–7,4. Температура подземных вод 2–4 °С, при температуре воздуха 25–27 °С.

Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости (Є₁) протянулась в субширотном направлении, в центральной части площади листа.

Для этих отложений характерна литологическая изменчивость по площади и по разрезу, водоносные породы представлены метапесчаниками, метагравелитами, сланцами, туфопесчаниками, известняками чеханской, верхнемонокской свит.

Водоносность отложений в большинстве случаев связана с трещиноватостью сланцев, реже метапесчаников и метагравелитов. В вертикальном разрезе трещиноватость постепенно затухает и на глубине 70–80 м породы монолитны. Водообильность пород по площади неравномерная и невысокая. Удельные дебиты скважин изменяются в пределах 0,02–1,3 л/с, коэффициенты фильтрации 0,03–2,7 м/сут, коэффициенты водопроницаемости 3–132 м²/сут.

Дебит скважины в долине р. Уй составил 5 л/с при понижении 10,3 м, удельный дебит 0,5 л/см. Дебиты источников изменяются от 0,2–0,5 до 1–2,5 л/с. На высотных отметках 500 м находятся источники восходящего типа, на отметках 740–840 м – нисходящего типа. Уровни подземных вод устанавливаются на абс. отм. 500–840 м, чаще всего 740–780 м.

Подземные воды прозрачные, без цвета, запаха и вкуса, очень мягкие, общая жесткость 1–2,8 мг-экв/дм³, рН 5,7–7,2. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные, смешанного катионного состава кальциево-магниевые или магниевые-кальциевые с минерализацией от сотых долей до 0,2 л/с, т. е. ультрапресные, пресные.

Содержание токсичных элементов: цинк – 16 мкг/дм³, медь и ртуть не обнаружены.

Режим подземных вод зависит от количества осадков и температурного режима воздуха в течение года. Годовая амплитуда колебания уровня составляет 4,15 м, максимальный уровень наблюдается в августе–сентябре. Годовая амплитуда температуры равна 11 °С. Температура воды в родниках изменяется от +1,5 до +10,0 °С, в зимнее время родники перемерзают.

Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка происходит по отрицательным формам рельефа. Для водоснабжения не используются.

Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости нижнемонокской свиты (Є_{1пт}) распространена у восточной и западной границ площади листа.

Водообильность ее высокая. Водоносные породы представлены метабазами, метариолитами, их метатуфами, метапесчаниками, кварцитами нижнемонокской свиты. Подземные воды напорно-безнапорные, величина напора составляет 0–8 м.

Дебит скважин составляет 1,4–14,0 л/с, при понижении 1,5–6,4 м. В скважинах, пробуренных вблизи тектонических нарушений, дебит составил 3,6 л/с, при понижении – 16,2 м. Удельные дебиты скважин варьируют в пределах 0,2–9,2 л/с, коэффициенты фильтрации 0,008–22,0 м/сут, коэффициенты водопроницаемости 3–150 м²/сут. Дебиты источников колеблются в широких пределах: от 0,1–0,7 до 1–4, достигая 17 л/с. Абсолютные отметки выходов подземных вод – от 480 до 992 м. Часто встречаются пластовые выходы или группы родников. Вода прозрачная, без цвета, запаха, температура от +2 до +7 °С, иногда повышается до +11 °С, рН 6,5–8, общая жесткость 0,6–4,7 мг-экв/дм³.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-сульфатные смешанного катионного состава с минерализацией 0,08–0,4 г/дм³, от ультрапресных до пресных. Ультрапресные воды приурочены к высоким частям долин, т. е. к областям питания, пресные – к областям разгрузки к долинам рек.

Для водоснабжения подземные воды практически не используются.

Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости буйбинской толщи (Є_{1бб}) распространена на ограниченной площади в центральной части территории листа, в пределах Западно-Саянского гидрогеологического района. Водовмещающие отложения представлены метапесчаниками, метаалевролитами, метагравелитами буйбинской толщи.

Водоносная зона трещиноватости распространена в труднодоступном районе, гидрогеологические условия не изучены.

Вендско-нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости (V-Є₁) включает амьельскую, изербельскую свиты, турунташскую, абдырскую, стантаскыльскую толщи.

Подземные воды приурочены к зоне трещиноватости различных по составу пород: сланцев, метабазальтов, мраморов, кварцитов. Интенсивная расчлененность рельефа создает благоприятные условия для активного дренирования водосодержащих отложений. Подземные воды вскрыты скважинами на глубине 5,4–8,0 м на абс. отм. 595–902 м, зона интенсивной трещиноватости составила 70–85 м. Воды безнапорные, дебиты скважин составляют 1,9–2,9 л/с, при понижении 8,1–11,9 м, коэффициент водопроницаемости 70–110 м²/сут. Многочисленные источники, зафиксированные на площади развития метаморфических сланцев, имеют дебиты от десятков долей до 1,5–5 л/с. Источники нисходящие, пластовые. Выходы подземных вод наблюдаются на отметках 620–1280 м, чаще всего на 800–1000 м.

Подземные воды прозрачные, без цвета, запаха, температура – 3–7 °С при температуре воздуха от +15 до +20 °С. По химическому составу воды гидрокарбонатные, смешанного катионного состава, редко гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-кальциевые. Жесткость – до 0,1–0,3 мг-экв/дм³.

Питание осуществляется за счет атмосферных осадков на большей части площади распространения водоносных пород. В пределах этой площади происходит дренирование их речными долинами, многочисленными малыми ручьями. Это способствует усиленному водообмену трещинных вод, благодаря чему степень минерализации незначительна.

Подземные воды не используются для водоснабжения.

Нижнедевонская водоносная зона трещиноватости плутонических пород (γD₁) распространена на границе Южно-Минусинского артезианского бассейна и Западно-Саянского гидрогеологического района. Подземные воды приурочены к трещиноватым гранитам, гранодиоритам и диоритам, мощность 20–98 м. Глубина от поверхности земли – 18–80 м. Абсолютная отметка уровня – 278–315 м.

Глубина залегания подземных вод в зоне открытой трещиноватости 1,5–6,0 м на абс. отм. 485–580 м.

Коэффициент водопроницаемости в гранитах составил 32,6 м²/сут. Воды в основном безнапорные, в редких случаях возможны местные напоры. Напор над кровлей 6–46 м. Водобильность интрузивных образований разнообразна. Дебиты скважин изменяются от 2,6 до 3,7 л/с при понижении 11,9–13,0 м. Удельный дебит 0,1–2,1 л/с. Коэффициент фильтрации – 0,1–0,4; 9,2 м/сут, водопроницаемость – 9–260 м²/сут.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные, смешанного катионного состава, с минерализацией 0,08–0,3 г/дм³, от ультрапресных до пресных.

Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости плутонических пород (PγЄ₁). Подземные воды приурочены к зоне трещиноватости, распространенной в плагиогранитах, тоналитах, кварцевых диоритах, плагиогранит-порфирах. Мощность обводненной зоны 3–100 м. Подземные воды безнапорные, залегают на глубине 5–100 м, на абс. отм. 360–575 м. Водобильность не высокая, удельный дебит скважин составляет 0,02–0,4 л/с. Коэффициент фильтрации 0,1–1,0 м/сут. Водопроницаемость 2–33 м²/сут. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные, кальциевые, с минерализацией 0,06–0,3 г/дм³, от ультрапресных до пресных.

Верхнерифейская водоносная зона трещиноватости борусского габбро-гипербазитового комплекса (σ-vRF_{3br}) прослеживается в южной части территории листа.

Водосодержащими породами являются трещиноватые габбро, роговообманковые габброидориты, диориты, верлиты, дуниты, клинопироксениты, серпентиниты. Мощность зоны открытой трещиноватости – 60–100 м. Ниже возможна водоносность по отдельным тектоническим нарушениям.

По всей площади развития интрузивных образований дебиты источников колеблются в пределах 0,1–8,0 л/с, достигая 15–20 л/с при групповых выходах. Абсолютные отметки выходов колеблются от 986 до 1575 м.

Вода прозрачная, без цвета, запаха, температура от +3 до +7 °С, иногда повышается до +10 °С, pH 5,8–7,8; общая жесткость 0,4–4,1 мг-экв/дм³. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-хлоридные смешанного катионного состава, с минерализацией 0,08–0,3 г/дм³, от ультрапресных до пресных.

Гидрогеологическая колонка листа N-46-XXVI

Гидрогеологические подразделения		Положение кровли			Напор над кровлей, м	Удельный дебит водопунктов, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут	Водопроводимость, м ² /сут	Минерализация, г/дм ³	Преобладающий тип воды	Дебит источников, л/с
Индекс	Название гидрогеологического подразделения. Литологическая характеристика	Мощность, м	Глубина от поверхности Земли, м	Абсолютная отметка уровня, м							
aQш-н	Верхнеоуплейстоценовый-голоценовый аллювиальный водоносный горизонт. Валунно-галечные, галечные отложения с песчаным, супесчаным заполнителем, пески, супеси, глины	0,5–20	0,6–14,4	257–397	0	1–18	1–99	25–1527 1800–2000	0,07–0,6 1,1–2,4	HCO ₃ Ca HCO ₃ Mg Ca SO ₄ HCO ₃ Cl Mg Ca	–
laQш-н	Верхнеоуплейстоценовый-голоценовый озерно-аллювиальный относительно водоупорный горизонт. Суглинки, глины с прослоями валунно-галечниковых отложений, супеси, пески	5–20	0,6–620	295–350	0	0,01	0,03–70	1–200	1,0 1,5–1,8	HCO ₃ Na Ca Cl HCO ₃ Mg Ca	–
aQш	Верхнеоуплейстоценовый аллювиальный водоносный горизонт. Галечники, пески, супеси	6–44	0,6–12	280–300	0	0,1–6	0,2–91	10–1050	0,2–1,0 0,7–5,2	HCO ₃ Na Ca Mg HCO ₃ SO ₄ Na Ca Mg	–
aQE	Эоплейстоценовый аллювиальный водоносный горизонт. Галечники, пески, супеси										–
P _{1nr}	Пермский водоносный горизонт. Песчаники, алевролиты, аргиллиты с прослоями угля, конгломерата	Не изучен									
C ₃	Верхнекаменноугольный водоносный горизонт. Песчаники, алевролиты, аргиллиты с прослоями угля, конгломерата, гравелита	25–224	25–43	250–400	0–41	0,007–1,31	0,01–15		1,4–3,0	SO ₄ HCO ₃ Na	–
C ₂₋₃	Средне-верхнекаменноугольный водоносный горизонт. Песчаники, алевролиты, углистые аргиллиты, конгломераты, гравелиты с прослоями углей	40–216	5–14	292–311	–	0,01–0,2	0,04–0,2	1–18	0,5–1,0 1–3 5–9,2	SO ₄ HCO ₃ Na Ca HCO ₃ SO ₄ Na Cl Na	–

Гидрогеологические подразделения		Положение кровли			Напор над кровлей, м	Удельный дебит водопунктов, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут	Водопроводимость, м ² /сут	Минерализация, г/дм ³	Преобладающий тип воды	Дебит источников, л/с
Индекс	Название гидрогеологического подразделения. Литологическая характеристика	Мощность, м	Глубина от поверхности Земли, м	Абсолютная отметка уровня, м							
C ₁	Нижнекаменноугольный относительно водоносный горизонт. Песчаники, алевролиты, известняки, аргиллиты, туфы, туффиты	10–157	2,5–42	195–472	0–39	0,0004–2,5	0,0004–2,5	0,0004–5,4	0,2–1,2 6,6	HCO ₃ Na Mg HCO ₃ Na Ca Mg HCO ₃ SO ₄ Na Ca	–
D ₃	Верхнедевонский водоносный горизонт. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, гравелиты, конгломераты, мергели	20–155	4–158	194–495	11–76	0,4–1,85	0,01–1,9	32–187	0,2–2,0	SO ₄ Na Ca Mg	–
D ₂	Среднедевонский относительно водоносный горизонт. Песчаники, алевролиты, известняки, аргиллиты, мергели	65–149	5–45	333–575	0–39	0,01–7	0,16–44	6–700	0,1–1,0	HCO ₃ Na Ca Mg	–
D ₁	Нижнедевонская водоносная зона трещиноватости (тимиргаская свита). Базальты, андезиты, дациты, риодациты, риолиты, туфы, туфоконгломераты, туфопесчаники, песчаники	14–100	18–130	200–391	6–50	0,07–0,4	0,2–0,5	6–30	0,1–0,7	HCO ₃ Na Mg Ca Cl HCO ₃ Mg Na	–
O ₃	Верхнеордовикская водоносная зона трещиноватости. Песчаники, алевролиты, гравелиты, конгломераты	42–126	0	1000–1500	–	–	0,001–3,3	0,1–71	0,05–0,4	HCO ₃ Ca Na HCO ₃ Mg	0,7–5,0
Є ₁	Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости. Сланцы, метапесчаники, конгломераты, метапесчаники, известняки, метагравелиты	70–80	5–30	500–840	–	0,02–1,3	0,03–2,7	3–132	0,1–0,9	HCO ₃ Ca Mg HCO ₃ Mg Ca	0,2–2,5
Є _{1^{nm}}	Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости нижнемонокской свиты. Метабазальты, метариолиты, их метатуфы, туфопесчаники, сланцы, кварциты	7–70	2–60	480–992	0–8	0,2–9,2	0,008–22	3–150	0,08–0,4	HCO ₃ Ca Mg Ca HCO ₃ SO ₄ Na Mg Ca	0,1–17

Гидрогеологические подразделения		Положение кровли		Напор над кровлей, м	Удельный дебит водопунктов, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут	Водопроводимость, м ² /сут	Минерализация, г/дм ³	Преобладающий тип воды	Дебит источников, л/с	
Индекс	Название гидрогеологического подразделения. Литологическая характеристика	Мощность, м	Глубина от поверхности Земли, м	Абсолютная отметка уровня, м							
Є _{1bb}	Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости буйбинской толщи. Метапесчаники, известняки, метаалевролиты, метагравелиты	Не изучен									
V-Є ₁	Вендско-нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости. Сланцы, метабазальты, мраморы, кварциты	70–85	5,4–8	596–1200	0	0,15–9,2	0,03–22	70–110	0,03–0,9	HCO ₃ Ca Mg Ca HCO ₃ SO ₄ Na Mg Ca	0,01–5,0
γD ₁	Нижнедевонская водоносная зона трещиноватости плутонических пород. Граниты, диориты, гранодиориты	20–98	1,5–6	485–580	6–46	0,1–2,1	0,1–0,4	9–260	0,1–0,6	HCO ₃ Mg Ca	0,1–20
рγЄ ₁	Нижнекембрийская водоносная зона трещиноватости плутонических пород. Плагииграниты, тоналиты, кварцевые диориты, плагиигранит-порфиры	3–100	5–100	360–575	4–5	0,02–0,4	0,1–1,0	2–33	0,06–0,3	HCO ₃ Ca HCO ₃ Na Mg	0,2–7
σ-vRF _{3br}	Верхнерифейская водоносная зона трещиноватости борусского габбро-гипербазитового комплекса. Габбро, роговообманковые габбродиориты, диориты, верлиты, дуниты, клинопироксениты, серпентиниты	60–100	0–100	986–1572	0	0,0003–0,01	0,0002–0,003	0,02–1	0,08–0,3	HCO ₃ Mg Ca	0,05–0,3

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Площадь расположена в пределах бореально-континентального горно-таежного комплекса в Западно-Саянской горной провинции и степного и лесостепного комплекса южной части Южно-Минусинской котловины. С учетом высотной поясности, макрорельефа, характера почв и растительности выделены следующие природные ландшафты: таежно-тундровый среднегорный альпийского типа (1), таежный среднегорный (2), таежный низкогорный (3), степной холмистый (4), лесостепной равнинный эоловый (5), лесостепной равнинный денудационно-аккумулятивный (6), долинный аккумулятивно-аллювиальный (7) и техногенный (8).

Таежно-тундровый среднегорный альпийского типа ландшафт (1) представлен сильно расчлененным экзарационным ледниковым рельефом в центральной части Борусского хребта. Абсолютные отметки поверхности составляют 1600–2318 м (гора Пойлова). Вертикальная расчлененность рельефа – до 1000 м. Пилообразные скалистые гребни, кары, цирки, троговые долины с ледниковыми отложениями: глыбы, суглинки с глыбами и валунами. Склоны крутые (30–50°), обрывистые, покрытые десерпционными и коллювиальными отложениями (глыбы, щебень, дресва). Ландшафт развит на габбро-гипербазитах Борусского комплекса. Почвы горно-тундровые (каменисто-лишайниковые) и горно-таежные (мерзлотные). Из растительности встречаются мхи, лишайники, травы, кустарники, кедровый стланик, лиственница.

Таежный среднегорный ландшафт (2) представлен массивным среднегорьем эрозионно-денудационным и структурно-денудационным. Горы сильной и средней расчлененности основной части Западно-Саянской горной провинции занимают большую часть площади листа. Абсолютные отметки поверхности составляют 1200–1800 м. Вертикальная расчлененность рельефа 300–500 м. Вершины гребневидные, реже сглаженные, с выходами скалистых останцов, куполовидными на гранитных массивах. Останцовые поверхности гольцового выравнивания покрыты десерпционными, солифлюкционными и элювиальными отложениями (глыбы, щебень, суглинки с дресвой). Склоны имеют уклон в 15–40° и покрыты коллювиальными, делювиальными, десерпционными отложениями (глыбы, щебень, суглинки с дресвой и щебнем). Характерны многочисленные «каменные моря», курумы, осыпные и обвальные конусы, висячие долины и овраги, сквозные и эрозионные долины, участки интенсивной боковой эрозии. Ландшафт развит на метаморфических сланцах венда–нижнего кембрия, прорванных интрузиями гранитов джойского и большепорожского комплексов. Почвы горно-таежные (мерзлотные), горно-подзолистые, дерново-щебнистые. Леса в основном хвойные: пихта, лиственница, кедр, береза, травы, кустарники, мхи, лишайники.

Таежный низкогорный ландшафт (3) представлен массивным денудационным низкогорьем Западно-Саянской горной провинции. Горы средней степени расчлененности расположены в северной ее части вдоль южной границы с Южно-Минусинской котловиной. Абсолютные отметки поверхности составляют 700–1200 м. Вертикальная расчлененность рельефа 150–300 м. Вершины сглаженные, реже гребневидные, куполообразные с плоскими и слабоволнистыми поверхностями выравнивания, покрытыми элювиальными и элювиально-делювиальными отложениями: глыбами, щебнем, дресвой, суглинками с дресвой. Склоны наклонены под углами 10–40°, покрыты коллювиальными и делювиальными отложениями: глыбами, щебнем, суглинками с дресвой и щебнем. Ландшафт развит на вулканогенно-осадочных породах нижнего кембрия и гранитоидов маинского комплекса. Почвы горно-таежные, дерново-подзолистые, перегнойные. Растительность ландшафта: сосново-кедрово-березовые леса, травы, кустарники.

Степной холмистый ландшафт (4) представлен куэсто-грядовым и холмисто-увалистым структурно-денудационным мелкосопочником высотой 400–500 м в пределах Южно-Минусинской котловины. Типичными формами этого рельефа являются куэсты и гряды, которые формируются на моноклинально залегающих известняках и песчаниках карбона и девона. Ландшафт характеризуется холмистым рельефом с гребневидными и сглаженными грядами водоразделов с

останцами выветривания, денудационными склонами плоскостного смыва крутизной до 15°, с элювиальными и делювиальными отложениями, представленными суглинками с дресвой и щебнем. Почвы – черноземы обыкновенные, оподзоленные, выщелоченные. Степи низкотравные, с немногочисленными пастбищами.

Лесостепной равнинный эоловый ландшафт (5) представлен холмисто-грядовыми равнинами, сложенными массивами закрепленных эоловых песков. Типичными формами этого рельефа являются дюны закрепленные и гряды. Почвы – черноземы обыкновенные. Растительность ландшафта: разнотравно-злаковые поля с участками сосновых боров.

Лесостепной равнинный денудационно-аккумулятивный ландшафт (6) представлен аллювиально-пролювиальными и делювиально-пролювиальными шлейфами, озерно-аллювиальными равнинами. Почвы – черноземы обыкновенные. Для растительности ландшафта характерны разнотравно-злаковые поля с участками березового леса.

Долинный аккумулятивно-аллювиальный ландшафт (7) представлен поймами, террасами рек Енисей, Сизая, Уй и озерными равнинами, сложенными аллювиальными песчано-галечно-валунными отложениями, озерными песками, глинами. Почвы луговые, болотные, черноземы обыкновенные. Растительность ландшафта представлена разнотравно-злаковыми полями с участками березово-соснового леса.

Техногенные ландшафты (8) выделены по долинам рек и ручьев, где велась отработка россыпей золота, а также в районах интенсивной хозяйственной деятельности человека, приведшей к изменениям в какой-либо степени природных ландшафтов. Это площади под мелиорацией, угольного карьера «Чалпан», отвалы, карьеры песчано-гравийных отложений, добычи мраморов Кибик-Кордонского месторождения.

Техногенные объекты, нарушающие и загрязняющие природную среду

По характеру антропогенного воздействия на природную среду выделяются горнодобывающие, производственные, селитебные, дорожно-транспортные, сельскохозяйственные, гидротехнические объекты, которые показаны на схеме.

Горнодобывающие объекты (открытый тип) представлены отработанными россыпями на реках Сред. Шушь, Сизая, Голубая, где в незначительных масштабах велась добыча россыпного золота, а также угольным карьером «Чалпан», карьерами отработки месторождений Кибик-Кордонских мраморов и карьерами-выемками для разработки стройматериалов, пригодных для отсыпки дорог и сырья для цементного производства (долина р. Енисей). Основное воздействие на природную среду региона оказывают угледобывающие предприятия: разрезы, воздействующие на воздушный, водный и ландшафтный компоненты окружающей среды. В последнее время возросло количество местных углей, сжигаемых в пределах Минусинского угольного бассейна, что в перспективе может повысить уровень техногенного загрязнения территории. К настоящему времени горными работами разреза «Чалпан» нарушены земли, 80 % из которых составляют сельскохозяйственные угодья. На карьероотвальном комплексе разрезов развиты эрозионные и гравитационные процессы, связанные с эоловой дефляцией, рыхлостью пород, поверхностным стоком и другими процессами. Проседание поверхности и оползни распространены во всех отвалах. С просадками связано и заболачивание поверхности. В процессе деятельности в атмосферу выбрасываются пыль неорганическая, оксиды углерода и азота, зола и сажа, углеводороды, взвешенные вещества, сероводород, хлористый водород, сернистый ангидрид, свинец, марганец и их соединения. Распространение пыли за пределами разрезов вызывает загрязнение воздушной среды расположенных вблизи населенных пунктов, а выпадение пыли оказывает воздействие на почвы и растительность.

Производственные объекты в большинстве сосредоточены в пределах городской черты. Крупные промышленные предприятия: Саяногорский алюминиевый завод, ККК «Саянмрамор», Саяно-Шушенская ГЭС, Майнская ГЭС, ТЭЦ, очистные сооружения.

Селитебные объекты представлены населенными пунктами городского и сельского типов, частично заброшенными, а также отдельными избами охотников. Рассматриваемая территория захватывает города Саяногорск и Шушенское. К наиболее крупным поселкам сельского типа с населением 1000 человек и более относятся Новомихайловка, Новотроицкое, Сабинка, Майна, Субботино, Иджа, Каптырево, Ильичево, Шунеры, Очуры, Черемушки, Сизая. Поселки Кирба, Дмитриевка, Красный Катамор, Шарып, Березовка, Ленск, Калы, Новоенисейск насчитывают от 100 жителей и более. Поселки электрифицированы от местных дизельных электростанций и транзитной линии электропередач, обеспечены радио- и телефонной связью.

Дорожно-транспортные объекты включают сеть автомобильных и железную дорогу. Автомобильная дорога с твердым улучшенным покрытием соединяет Саяногорск с Абаканом, Минусинском, Беей, Шушенским, Майной. Большое количество улучшенных грунтовых дорог присутствуют в пределах территории Южно-Минусинской впадины, незначительное количество проселочных (лесных) дорог – в горной части листа.

Гидротехнические объекты на территории представлены участком Саяно-Шушенского водохранилища площадью около 120 км², глубиной до 100 м. Грунт дна песчано-галечный. Берега обрывистые, очень изрезанные, многочисленные абразионные уступы, участки обрушения пород и осыпи. В летнее время осуществляется судоходство.

Сельскохозяйственные объекты характеризуются пахотными землями вблизи населенных пунктов (Сабинка, Новомихайловка, Субботино, Иджа). Пахотные массивы разобщены, имеют небольшие размеры, тяготеют к плоским водораздельным пространствам. Животноводческие объекты представлены пастбищами, лугами, сенокосами. Пространственно тяготеют к нераспаханным пологим склонам и поймам рек, используются как естественные угодья. К сельскохозяйственным объектам также относятся садовые участки и зоны отдыха. Садово-дачные комплексы группируются в значительные по площади массивы, расположенные вдоль основных транспортных магистралей. Это дачные массивы г. Саяногорск и пос. Сабинка.

Природные процессы и объекты, влияющие на экологическую обстановку

Для таежного среднегорного ландшафта характерно интенсивное механическое выветривание горных пород, результатом которого являются щебнистые осыпи, курумы и скалы-останцы. Осыпи, в силу интенсивного развития растительности, имеют незначительные размеры и находятся в статическом равновесии. Крупнообломочные осыпи распространены в основном на вулканогенных и интрузивных породах. Обвальное-осыпные явления характерны для крутых скальных подрезанных склонов высотой до 25 м. Многочисленные скальные выходы находятся в бортах долин рек Енисей, Сизая, Кантегир, Абдыр, Джой. Также получили интенсивное развитие процессы площадной, линейной и боковой эрозии. Они способствуют образованию оползней, обвалов. К наиболее интенсивным экзогенным процессам нужно отнести абразионную деятельность водохранилища. Берега завалены слабо окатанными волнами глыбами, щебнем, дресвой более устойчивых пород, имеют крутую береговую отмель, часто трудно проходимы из-за уходящих в воду скал и обрушенных деревьев.

Геохимическая характеристика района приведена по результатам литогеохимического опробования по потокам рассеяния и данным предшествующих работ. При характеристике загрязнения почв ореолы подразделяются на техногенные и природные (табл. 13).

Таблица 13

Каталог ореолов загрязнения

Номер ореола	Zc, ПДК	Элементный состав (коэффициенты концентрации)	Тип аномалии
1	<8	Fe, Hg, Cr, B, Mn	Техногенная
2	<8, 2,2	F	Техногенная
3	6,0	Mo(2,2) B(2,1) W(2,0)	Природная
4	25,0	Mo(21,5) W(2,8) B(2,2)	Природная
5	5,2	Ni(2,7) Cr(2,3) Co(2,1)	Природная
6	16,0	Cr(7,1) Ni(6,7) Cj(4,5)	Природная
7	5,7	Co(2,6) Ni(2,5) Cr(2,2)	Природная
8	11,6	Cr(5,5) Cj(4,2) Ni(3,9)	Природная
9	21,9	Cr(10,5) Ni(7,6) Co(5,6)	Природная
10	22,7	Cr(9,3) Ni(9,0) Co(2,4)	Природная
11	31,3	Cr(13,5) Ni(11,4) Co(5,2)	Природная
12	12,4	Ni(6,5) Cr(4,4) Co(3,2)	Природная

Природными являются ореолы 3–12 (см. схему эколого-геологических условий). Контрастные содержания химических элементов в породах борусского гипербазитового комплекса и Аланской интрузии могут служить источником поступления в окружающую среду (почвы, воды, донные

отложения) элементов 1–2-й группы опасности: Cr, Ni, Co, Be, Mo, Sn. Повышенные содержания в пределах Минусинской впадины B, Li, Sr, Ba, Ag, Li, Ca могут быть связаны с широким распространением соленых вод.

К техногенным относятся ореолы в зоне влияния угольного карьера «Чалпан» и Саянского алюминиевого завода. Концентрация большинства элементов 1, 2 и 3-го классов опасности на площади угольного карьера «Чалпан» не превышает допустимый уровень загрязнения. Выделяются аномальные участки, соответствующие зонам умеренно-опасного загрязнения. Количество элементов-загрязнителей на этих участках (по максимальным значениям) достигает 10. Накопление в почвенном покрове стронция, бария, марганца говорит о воздействии на почвы угольного разреза. Большая часть участков загрязнения приурочена к понижениям рельефа, где преобладают процессы аккумуляции веществ. Локально-аномальные территории приурочены также к автомагистралям и горным отводам угольного разреза, в сельскохозяйственных целях не используются. Зольность почв в зоне воздействия угольного разреза «Чалпан» составляет 74,4–99,9 %. Распределение концентраций химических элементов в почвах территории в целом достаточно равномерное. Концентрация мышьяка в почвах достигает 24 мг/кг и имеет техногенную природу.

Для геохимической характеристики растительности в качестве биоиндикатора для этой площади были выбраны зрелые колосья овса, пшеницы, ржи и ячменя. Обработка результатов анализов показывает незначительные превышения содержаний большинства элементов над фоновыми. Среднее значение суммарного показателя загрязнения, вычисленного по элементам 1–3-й групп токсичности, включая фосфор, марганец, барий и бор, составляет 15, характеризуется допустимым уровнем загрязнения. Снежный покров является наиболее важным объектом для выявления загрязнения не только атмосферы, но и последующего загрязнения почв, вод и растительности. Снег обладает сорбционной способностью, захватывая во время снегопада существенную часть продуктов техногенеза, взвешенных в воздухе. Из элементов 1-го класса опасности в снеговой воде химическими методами установлено присутствие ртути, концентрации которой варьируют в пределах 0,125–1,5 мкг/дм³, составляя в среднем 1 ПДК. Из элементов 2-го класса опасности химическими методами установлено повышенное содержание мышьяка, алюминия, свинца, кобальта, фтора, стронция, кадмия, молибдена, селена, бора, сурьмы. Элементы 3-го класса опасности представлены медью, цинком, никелем, марганцем, железом, хромом. Превышение предельно допустимых концентраций наблюдается только для железа – 1,3 ПДК. Почти достигает предельных норм концентрация ртути, значительный вклад в загрязнение снегового покрова вкладывают кадмий, фтор и нефтепродукты (до 0,5 ПДК). По суммарному показателю загрязнения снегового покрова элементами 1-го класса опасности (ртутью) вся территория разреза относится к территории с допустимым загрязнением. Наибольший вклад в суммарную токсичность аэрозольно-пылевых выбросов, зафиксированных в снеговом покрове, вносят ртуть (0,8 ПДК), фтор, кадмий, алюминий. Аномалии элементов-загрязнителей в снеговом покрове фиксируются в зонах, приближенных к действующим угольным карьерам. Здесь отмечается опасный уровень загрязнения. Основное загрязнение атмосферы пылью создают вскрышные работы и работа дробильно-сортировочных комбинатов разреза.

По данным санитарно-промышленной лаборатории испытательно-аналитического центра Саянского алюминиевого завода (САЗ) за 2007–2009 гг., содержание вредных примесей в атмосфере воздуха в районе воздействия ОАО «Русал-Саяногорск» не превышает значений ПДК. Так, содержание фторидов неорганических составляет 0,025–0,096 мг/м³, фтористых газообразных гидротриоксидов 0,001–0,036 мг/м³, диоксида азота менее 0,02–0,05 мг/м³, диоксида серы менее 0,01 мг/м³. Результаты мониторинга почвы за 2010 г.: фтор водорастворимый на север от 2,7 до 12,22 мг/кг, на запад от 1,03 до 8,7 мг/кг; бенз(а)пирен от 0,005 до 0,01 мг/кг. При фоновой концентрации фтора ПДК = 10 мг/кг, есть небольшое допустимое загрязнение со значением 1,2 ПДК вокруг САЗ (ореол 2).

Природные ландшафты характеризуются малой и средней степенью геохимической устойчивости. Среднеустойчивыми являются таежные ландшафты с вулканогенно-терригенно-карбонатным и интрузивным составом субстрата, характеризуются слабой проницаемостью, растворимостью слагающих пород и щебнисто-суглинистым составом почв. Малоустойчивыми являются лесостепные ландшафты аккумулятивных равнин Южно-Минусинской котловины и долины р. Енисей с хорошей проницаемостью, растворимостью слагающих пород и песчано-суглинистым составом почв.

С учетом физико-механических свойств пород выделяются участки с высокой и средней степенью устойчивости. Первые занимают наибольшую часть территории листа, распространены на карбонатно-терригенно-сланцевых отложениях, интрузивных и вулканогенных породах таежного низкогорья и среднегорья. Вторые распространены на девонских и карбоновых отложениях степ-

ной равнины Южно-Минусинской котловины и по долине р. Енисей с комплексом аллювиальных террас.

Эколого-геологическая обстановка оценивается по степени загрязнения площади химическими элементами (Z), по радиоактивной обстановке, интенсивности проявления экзогенных процессов и антропогенного воздействия. Анализ перечисленных процессов позволяет выделить три категории площадей с различным состоянием геологической среды.

1. Благоприятная обстановка ($Z = 5-8$) включает малоосвоенную территорию общей площадью 1100 км^2 с минимальным распространением как неблагоприятных природных геологических процессов (эндо- и экзогенных), так и техногенных объектов, нарушающих и загрязняющих природную среду. Территория расположена в центральной части площади листа и включает Шушенский бор и Национальный парк «Шушенский бор».

2. Удовлетворительная обстановка ($Z = 8-16$ и более) характеризуется проявлением локальных по распространению техногенных объектов и наличием экзогенных процессов (площадная и линейная эрозия, осыпи и курумы), малая степень нарушенности среды. Данная обстановка включает малоосвоенную территорию горной области общей площадью 1600 км^2 .

3. Напряженная обстановка характеризуется интенсивным развитием экзогенных процессов и опасных техногенных объектов. Территория с напряженным состоянием среды общей площадью 2780 км^2 включает освоенную населенную по долине р. Енисей, куда входят г. Саяногорск и пункты сельского типа, а также пашни, включая зону Саяно-Шушенского водохранилища и Кантегирский и Джойский заливы с интенсивными процессами площадной и линейной эрозии, абразии, обрушения пород, наличием осыпей, курумов. Напряженная обстановка обусловлена наличием поселков, Саянского алюминиевого завода, плотиной Саяно-Шушенской ГЭС, транспортными магистралями, результатами горнодобывающей деятельности (карьер «Чалпан»), искусственной гидросетью в Колбинской степи. В пределах Койбальской оросительной системы естественный режим подземных вод нарушен за счет фильтрации поливных и поверхностных вод через дно каналов. Наблюдается ирригационный тип режима подземных вод – площадной подъем уровня и засоление почв. Территория находится в области умеренной сейсмоактивности с возможными землетрясениями до 7 баллов и вероятностью природных катастроф.

Район подвержен антропогенному воздействию. К необратимо измененным техногенным системам относятся водохранилище, где по всей береговой линии развиты процессы переработки берегов (перемыв, абразия, овражная эрозия). Наличие многочисленных карьеров по добычи ПГС нарушают природную среду, образуется беспорядочно-холмистый, микрогрядовый рельеф отвалов (поросших осиновым молодняком), искусственных озер. Сельскохозяйственные земли занимают значительные площади на территории впадины и оказывают влияние на экологическую обстановку в районе. Гидрогеологические условия в целом благоприятны для организации водоснабжения за счет открытых и подземных вод, большинство пригодно для хозяйственного и питьевого водоснабжения. В бактериологическом отношении подземные воды соответствуют нормативам, токсичные элементы: цинк – 14 мкг/дм^3 , медь и ртуть отсутствуют.

Наиболее интенсивно проявленные процессы техногенных изменений показаны на схеме эколого-геологических условий.

Тенденция изменения интенсивности современных экзогенных процессов, прямо или косвенно связанных с разработками, сельскохозяйственной деятельностью, строительством дорог и др. особого опасения с экологической точки зрения не вызывает. В целом по площади эколого-геологическую ситуацию следует оценивать как удовлетворительную. Но на участках с высокой технической нагрузкой (территория САЗ и карьера «Чалпан») рекомендуется проведение геоэкологических наблюдений за уровнем загрязнения почвы, воды и воздуха.

Для водоснабжения используется верхнеплейстоценовый–голоценовый аллювиальный водоносный горизонт ($aQ_{ш-н}$), распространенный в поймах рек и бессточных озерных котловинах на территории листа. В долине р. Енисей он залегает в пределах поймы и первой надпойменной террасы. В бактериологическом отношении подземные воды соответствуют нормативам, токсичные элементы: цинк – 14 мкг/дм^3 , медь и ртуть отсутствуют. По химическому составу подземные воды аллювиального горизонта гидрокарбонатные, кальциево-магниевые, реже смешанного катионного состава с минерализацией $0,07-0,6 \text{ г/дм}^3$, с жесткостью $1,4-21,19 \text{ мг-экв/дм}^3$, рН $6,9-8,76$. Качество вод горизонта хорошее.

Подземные воды верхнедевонского относительно водоупорного горизонта плохого качества, для водоснабжения не используются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ранге Государственной геологической карты Российской Федерации создан комплект масштаба 1 : 200 000, включающий следующие карты: геологическую, четвертичных образований, полезных ископаемых и закономерностей их размещения.

Государственная геологическая карта масштаба 1 : 200 000 листа N-46-XXVI второго издания обобщает результаты средне- и крупномасштабного геологического картирования [49ф, 57ф, 58ф, 73ф], тематических исследований, поисковых и разведочных работ, проведенных на данной площади и смежных территориях. Геофизические, геохимические и дистанционные материалы значительно дополняют сведения о геологическом строении листа, тектонике, истории геологического развития и полезных ископаемых района. Комплект карт масштаба 1 : 200 000 составлен в рамках Легенды Западно-Саянской серии для геологических карт масштаба 1 : 200 000 второго издания, утвержденной НРС РФ при ВСЕГЕИ в 1998 г. с дополнениями и изменениями к ней.

На геологической карте показаны образования от протерозойских до пермских с учетом их возраста, состава, структурного положения, формационной принадлежности и палеонтологического обоснования. Прделана работа по уточнению состава, строения и возрастного положения известных стратиграфических, интрузивных подразделений, тектонических элементов и выделения новых, ранее не картировавшихся образований.

Установлено более широкое распространение отложений тимиртасской свиты раннего девона в зоне Северо-Минусинского надвига, уточнен состав свиты. Получены радиологические датировки по цирконам из эффузивов свиты.

Проведено палеоботаническое исследование растительных остатков илеморовской свиты (живетский ярус среднего девона) и получены данные, свидетельствующие о наличии на листе N-46-XXVI разрезов с несогласным залеганием илеморовской на толтаковской свите.

Впервые в пределах листа N-46-XXVI было установлено и закартировано несколько мульды, выполненных отложениями нижнего карбона. Впервые на листе получены полные разрезы камыштинской, самохвальской, соломинской, верхнеямкинской свит, определены их соотношения, состав и мощность. Проанализированы изменения состава и мощности свит нижнего карбона с запада на восток.

Проведен комплекс литолого-стратиграфических и палеонтологических исследований разрезов Бейского каменноугольного месторождения. Наиболее хорошо изучены разрезы на его юго-западном и восточном флангах, где вскрыты пограничные отложения нижнего–среднего карбона (снизу вверх): байновская и подсиньская (нижний карбон), соленоозерская, сарская, черногорская (средний карбон) свиты.

Впервые в пределах Бейской мульды приводится палинологическое обоснование возраста подугленосных отложений ямкинской, байновской, подсиньской свит нижнего карбона и вышележащих угленосных отложений соленоозерской, сарской, черногорской, побережной свит верхнего палеозоя. Дополнительно получены новые материалы по флоре из соленоозерской, сарской и черногорской свит, выделен палинокомплекс визейского яруса для кривинской свиты. Показано, что нижняя граница соленоозерской свиты является границей вулканогенно-осадочной и угленосной формаций. В связи с изменением положения нижней границы евсеевского горизонта Кузбасса (основание башкирского яруса) в континентальных разрезах Сибири уточнено положение границы среднего карбона в разрезах Минусинского прогиба. Возраст соленоозерской свиты изменен с C_1 на C_2 (башкирский век).

Фактическими данными [73ф] установлено отсутствие палеогеновых и неогеновых отложений на площади, отчего возникла проблема «несбойки» с листом N-46-XXV и N-46-XX, где откартированы палеоген-неогеновые впадины.

Впервые составлена карта четвертичных образований (КЧО), отражающая генетические типы и развитие рельефа в Южно-Минусинской впадине и Западно-Саянском горном сооружении. В зарамочном обрамлении к карте приведены схемы масштаба 1 : 500 000: геоморфологическая,

неотектоническая и эколого-геологических условий. Выделены неотектонические разрывы, влияющие на сейсмичность района в 6,5 баллов. На карте указаны полезные ископаемые. В основном это песчано-гравийный материал и кирпичное сырье, количество которых достаточно для развития местных нужд.

В долинообразных понижениях древнего рельефа впервые установлены каспийская свита эоплейстоцена, сложенная продуктами переотложенной коры выветривания, и аллювий эоплейстоцена древней долины р. Енисей. В них возможно обнаружение древних погребенных россыпей золота.

Интрузивные образования расчленены на комплексы, в крупных массивах изображен петрографический состав и дана индексация фаз и дайковых образований. Получены новые радиологические датировки по цирконам из гранитных массивов джойского, большепорожского и майнского комплексов.

Тектоническая схема для листа отражает представления о закономерности формирования земной коры в ранне- и позднекаледонскую, а также герцинскую эпохи в условиях островодужного, субдукционного, коллизионного режимов развития по геодинамическому принципу в пределах Западно-Саянской складчатой системы Алтае-Саянской складчатой области. При формировании структур ведущую роль играли субширотные структурные швы глубинного заложения, находящие отражение в физических полях в виде плотностных и магнитных градиентов, отражены на карте и показаны в геофизической и дистанционной основах.

Основу минерагенического потенциала площади составляют месторождения каменного угля, строительных материалов и, в меньшей мере, горнотехнического сырья. По результатам геохимического опробования дана оценка ресурсного потенциала площади по рудному золоту и меди. Ресурсы Приенисейско-Шушенского ЗРРУ в уточненных границах оценены по категории P_3 в 65 т рудного золота. В пределах Майнского рудного района выделен Майнский меднорудный узел с прогнозными ресурсами меди по категории P_3 в количестве 200 тыс. т.

В пределах Кабансугско-Борусской МЗ выделен Буланташский асбестоносный узел с ресурсным потенциалом, оцененным ранее, по категориям P_1 и P_2 в 3400 тыс. т и в 600 тыс. т волокна соответственно. На выявление промышленных месторождений хрома, драгоценных и поделочных камней площадь минерагенической зоны в пределах листа оценивается отрицательно.

Проведена общая оценка геоэкологической обстановки территории, особенно площадей, прилегающих к городским агломерациям Саяногорска и Шушенское, угольного карьера «Чалпан», Саяногорского алюминиевого завода. В результате выделены природные и техногенные ландшафты, дана геохимическая характеристика почв.

Но ряд вопросов, для решения которых требуются большие затраты времени и финансовых средств, остались нерешенными. Считаем необходимым акцентировать внимание на следующих из них:

- в связи с изменениями в требованиях по изданию карт нового поколения необходимо детальное изучение разрезов, получение полной количественной геохимической характеристики, петрографического описания пород всех свит и палеонтологическое обоснование их возраста;

- датирование эффузивов нижнемонокской свиты;

- расчленение полей распространения отложений карынсугской и манчурекской свит позднего ордовика нерасчлененных, а также уточнение полей распространения подтолщ турунташской толщи в Изыхском офиолитовом поясе;

- повышение ранга подсвит (до свит) белоярской свиты;

- обоснование зональной шкалы угленосного карбона по макроостаткам растений и палиноморфам. Для территории Минусинского бассейна принята номенклатура горизонтов, разработанная в Кузнецком бассейне. Анализ литературных источников [13] показывает, что разрезы этой площади в карбоновой части могут конкурировать с кузнецкими разрезами по полноте палеонтологической и литофациальной характеристик и представляют собой идеальный полигон для этих целей;

- возрастное положение гипербазитов борусского комплекса;

- выяснение характера соотношений верхнемонокской свиты и майнского комплекса;

- уточнение геодинамических обстановок формирования стратифицированных и интрузивных образований;

- определение связей золото-кварц-малосульфидной формации с гранитоидами майнского комплекса раннего кембрия;

- разработка прогнозных критериев для выделения золото-лиственитовой формации в Кабансугско-Борусской минерагенической зоне.

Составленный комплект геологических карт второго издания может служить основой для планирования тематических, прогнозно-поисковых и оценочных крупномасштабных работ на золото, медь, асбест и другие виды полезных ископаемых, отражает ресурсный потенциал площади листа на ведущие виды полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная

1. *Бабин Г. А., Владимиров А. Г., Руднев С. Н.* Венд-кембрийские вулканические пояса Алтае-Саянской складчатой области // Современные проблемы формационного анализа, петрология и рудоносность магматических образований. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал ГЕО, 2003. – С. 24–26.
2. *Бабин Г. А., Крук Н. Н.* Петротипы каечакского базальтового, садринского плагиодацит-андезит-базальтового и атлинского андезибазальт-базальтового комплексов раннего кембрия (Горная Шория, северо-восточная часть Горного Алтая) / Ред. Г. А. Бабин. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2011. – 80 с.
3. *Богомазов В. М.* Стратиграфия и условия образования доугленосных и угленосных отложений карбона и перми Минусинского бассейна // Вопросы геологии угленосных отложений Азиатской части СССР. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 65–79.
4. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Западно-Саянская. Лист N-46-XXVI. Объяснительная записка. – М., 1963. – 85 с.
5. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Западно-Саянская. Лист N-46-XXVII. Объяснительная записка. – М.: Недра, 1967. – 82 с.
6. Гидрогеологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Западно-Саянская. Лист N-46-XXVI. Объяснительная записка. – М., 1978. – 77 с.
7. *Гончаренко А. И.* Деформация и петроструктурная эволюция альпинотипных гипербазитов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989. – 404 с.
8. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист М-46 – Кызыл. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008. – 349 с.
9. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист N-46 – Абакан. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008. – 391 с.
10. *Грайзер М. И.* Проект унифицированной схемы доугленосных отложений нижнего карбона Минусинских и Тувинской межгорных впадин // Тезисы докладов на Межведомственном совещании по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. – Л.: Гостоптехиздат, 1956. – С. 47–50.
11. *Даценко В. М., Александровский Ю. С. и др.* Главнейшие эпохи и геодинамические обстановки гранитоидного магматизма и эндогенного рудообразования в структурах юго-западного обрамления Сибирской платформы // Отечественная геология. – 1994. – № 10. – С. 27–39.
12. *Добрецов Н. Л., Молдаванцев Ю. Е., Казак А. П., Пономарева Л. Г. и др.* Петрология и метаморфизм древних офиолитов (на примере Полярного Урала и Западного Саяна) // Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 368. – Новосибирск: Наука, 1977. – 220 с.
13. *Зорин В. Т.* Нижний карбон Минусинского прогиба (стратиграфия, флора). – СПб.: Монитэк. – 1998. – 143 с.
14. *Зятькова Л. К.* Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука, 1977. – 215 с.
15. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. – М., 1983. – 191 с.
16. *Кунгурцев Л. В.* Террейны Восточного Саяна // Геодинамика, структура и металлогения складчатых сооружений юга Сибири. – Новосибирск, 1991. – С. 198–200.
17. *Лебедева Н. В.* Моллюски голоцена Южно-Минусинской котловины // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Томск: Изд-во ТГУ. – 2011. – 26 с.
18. *Лебедева Н. В., Ямских Г. Ю.* Палеоэкологические реконструкции и изменения климата в голоцене в долине р. Иджа (с использованием метода малакофаунистического анализа). Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований // Мат-лы VI Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. – Новосибирск, 2009. – С. 345–346.
19. Легенда Минусинской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. – Красноярск, 1997. – 60 с. (Махлаев М. Л., Беззубцев В. В.).
20. Минерально-сырьевые ресурсы Республики Хакасия. Состояние и перспективы развития / А. А. Булатова. – Абакан, 2008. – 140 с.
21. *Назимков Г. Д.* Новомихайловское газоконденсатное месторождение // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Центральной Сибири. – Красноярск, 2011. – С. 156–158.
22. *Назимков Г. Д., Филищев Ю. А. и др.* К оценке нефтегазоносности Ново-Михайловской площади Южно-Минусинской впадины. Республика Хакасия // Нефте-газоносность Средней Сибири. – Новосибирск, 1996. – С. 12–14.

23. Петрографический кодекс. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. – 128 с.
24. Радченко Г. П. Новые данные по стратиграфии угленосных отложений Минусинского бассейна // Сов. Геология. – 1955. – № 46. – С. 27–43.
25. Радченко Г. П. Стратиграфия каменноугольных и пермских отложений Минусинской котловины и характеризующие их комплексы растительных остатков // Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Л.: ВСЕГЕИ. – 1956. – 446 с.
26. Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. – 129 с.
27. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири, ч. 1. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1983. – 215 с.
28. Руднев С. Н. Раннепалеозойский гранитоидный магматизм Алтае-Саянской складчатой области и озерной зоны Западной Монголии. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 2013.
29. Руднев С. Н., Бабин Г. А., Пономарчук В. А. и др. Состав и возрастные рубежи формирования гранитоидов Западного Саяна // Литосфера. – 2009. – № 1. – С. 23–46.
30. Семенов Г. Г., Михайленко В. Г. Плейттектоническая модель центральной части Алтае-Саянской складчатой области и проблемы её металлогении // Отечественная геология. – 1994. – № 10. – С. 44–54.
31. Сивчиков В. Е. Новые данные по стратиграфии верхнепалеозойских угленосных отложений Южно-Минусинской впадины // Геология и полезные ископаемые Красноярского края и Республики Хакасия. – Красноярск: ГП «Красноярскгеолсъемка». – 1996. – С. 32–37.
32. Справочник полезных ископаемых Шушенского района Красноярского края. – Красноярск: ГеоЭкономика, 2002. – 192 с.
33. Тыжнов А. В., Тыжнова О. В. Новые данные по геологии Минусинского бассейна // Вест. Зап.-Сиб. геол. упр. – 1994. – Вып. 4–5. – С. 16–29.
34. Херасков Н. Н. Формации и стадии геосинклиального развития Западного Саяна // Геотектоника. – 1975. – № 1. – С. 5–15.
35. Хомичев В. Л., Единцев Е. С., Чунихина Л. Е. Эталон майнского габбро-плагиогранитного комплекса (Западный Саян). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2006. – 168 с.
36. Хомичев В. Л., Единцев Е. С., Чунихина Л. Е. Эталон монокского риолит-метабазальтового комплекса (Западный Саян). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2005. – 192 с.
37. Хроностратиграфия палеолитических памятников Средней Сибири (бассейн Енисея). – Новосибирск, 1990. – С. 21–36.
38. Цыкин Р. А., Попова Н. Н. Кайнозой северо-западной части Восточного Саяна. – Красноярск: СФУ, 2009. – С. 69–73.
39. Шаталина Т. А. К вопросу об эоплейстоценовом возрасте каспийской свиты // Геология и полезные ископаемые Красноярского края и Республики Хакасия. Вып. 6. – Красноярск, 2003. – С. 128–132.
40. Яоренкин В. М. Литология и вещественный состав верхнепалеозойских угленосных отложений Изыхского месторождения // Тр. СНИИГГиМС. Вып. 221, 1975. – С. 59–67.
41. Dopova N. B. The eodinanamic model of formatting Angara palynoflora during the Late Paleozoic stage of sedimentogenesis // 7th European Palaeobotany-Palynology conference. National Museum. Prague. Czech republic, 2006. – 34 p.

Фондовая

42. Анфиногенова М. П., Мельников А. А., Соболева Т. В., Пузыренко С. С. Отчет о поисковой и предварительной разведках Бейского каменноугольного месторождения Минусинского бассейна. – Черногорск, 1968.
43. Анфиногенова М. П., Соболева Т. В. и др. Бейское каменноугольное месторождение Минусинского бассейна. Сводный отчет с подсчетом запасов для открытых горных работ по состоянию на 1.01.1970 г. Черногорская ГРП 1963–1969 гг. Черногорск, 1969.
44. Баранов С. В., Медведев А. А. и др. Отчет партии № 14 о результатах поисковых работ на цветные камни (жадеит, нефрит, демантоид и др.) на Центрально-Борусском участке за 1988–1991 гг. Минусинск, 1991.
45. Водясов С. Ф. Мало-Шушенское золоторудное месторождение. Отчет по доизучению Мало-Шушенского золоторудного месторождения и его флангов в 2001–2007 гг. с подсчетом запасов участка Центральный по состоянию на 1.01.2008 г. Красноярск, 2008.
46. Гладских И. Г. и др. Отчет о работах Калдарской геологической партии за 1962–1963 гг. Минусинск, 1964.
47. Дудкинский В. В. Оценка перспектив нефтегазоносности межгорных впадин юга Красноярского края на основе структурно-тектонического районирования по комплексу геофизических работ. Минусинск, 1988.
48. Дудковский Ф. Л., Богданов А. Г. Геологическое строение района Майнского медноколчеданного месторождения (промежуточный отчет о работах Майнской ГСП за 1959 г.). Минусинск, 1959.
49. Зальцман В. Д. Групповая геологическая съемка масштаба 1 : 50 000 на площади листов N-46-110-Г; -111-Г; -111-Б(вг); -111-ВГ; -112-А(вг); -112-Б(вг); -123-Б(аб) (Бурунташская площадь). Минусинск, 1983.
50. Зальцман В. Д. и др. Опорная рабочая легенда для геологических карт масштаба 1 : 50 000 Западно-Саянской серии. Отчет по теме: «Совершенствование схем стратиграфии и магматизма Западного Саяна». Минусинск, 1994.
51. Каковин А. В., Мушин Н. В. Отчет о детальной разведке участка Чалпан Бейского месторождения Минусинского каменноугольного бассейна с подсчетом запасов по состоянию на 1.01.1986 г. Черногорск, 1986.
52. Качало И. П., Бондарева Д. М. и др. Переоценка прогнозных ресурсов ведущих твердых полезных ископаемых Республики Хакасия по состоянию на 1.07.1995 г. Красноярск, 1995.
53. Ковбасина В. М. Отчет по теме: «Фитостратиграфия и древняя флора Белозерского каменноугольного месторождения Минусинского бассейна». Красноярск, 1955.

54. Корнев Т. Я., Зобов Н. Е. Оценка перспектив выявления месторождений благородных металлов на территории Западного и Восточного Саяна (Красноярский край). Красноярск, 2008.
55. Крутошинский И. Ю., Михалев Ю. М. и др. Отчет о результатах общих поисков золота в пределах Тербижеской и Малошущенской рудных зон за 1983–1985 гг. Масштаб 1 : 25 000. Минусинск, 1985.
56. Махлаев М. Л. Составление геологической карты и карты полезных ископаемых масштаба 1 : 200 000 Республики Хакасия за 1993–1995 гг. Красноярск, 1996.
57. Минаев Б. М. Геологическая съемка масштаба 1 : 50 000 в Западном Саяне. Отчет о работах Маинской ГРП за 1959–1960 гг., лист N-46-99-В, Г. Минусинск, 1961.
58. Минаев Б. М. Окончательный отчет о работах Шушенской ГСП за 1961–1963 гг. Минусинск, 1964.
59. Миронова Л. В., Павлов Н. М. Отчет о поисках угля в восточной части Минусинского бассейна для местных топливных нужд, проведенных в 1984–1986 гг. Пос. Малиногорка, 1986.
60. Митинская Т. П., Зальцман В. Д. Легенда Западно-Саянской серии для геологических карт ГДП-200 (второе издание). Красноярск, 1999.
61. Митрофанов В. В. Поисково-оценочные работы в Центральной части Буланташской асбестовой зоны за 1984–1987 гг. Минусинск, 1987.
62. Михалев Ю. М., Вамбольдт Л. А., Матин П. Е. Прогнозная оценка коренных месторождений золота на площади южных районов Красноярского края и Республики Хакасия за 1992–1997 гг. Красноярск, 1997.
63. Плато В. С. Отчет по опытно-производственным электроразведочным работам МТЗ в западной части Южно-Минусинской впадины. (Отчет по работам Таштыпской электроразведочной партии № 80/81, 82 за 1981–1982 гг.). Минусинск, 1982.
64. Ренев А. Г., Романов И. А. Отчет об общих поисках на цветные камни на участках Чигылсугский и Шушь-Березово-Ойский за 1984–1986 гг., пос. Красный Хутор, 1986.
65. Ренев А. Г., Храмов Н. П. Отчет о поисковых и поисково-оценочных работах на Кантегирском проявлении нефрита за 1981–1983 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 1.04.1983 г. Минусинск, 1983.
66. Санжара И. А., Санжара А. В., Пустовойтов В. И. Отчет о геологоразведочных работах на Бейском каменноугольном месторождении, произведенных в 1950–1953 гг. Красноярск, 1953.
67. Сеферова О. Л. Легенда Западно-Саянской серии листов Государственной гидрогеологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Кызыл, 2011.
68. Сивчиков В. Е., Донова Н. Б. Составление блока серийной легенды (каменноугольные и пермские отложения) Минусинской серии Госгеолкарты-200. Красноярск, 1997.
69. Территориальный баланс запасов природных облицовочных камней Красноярского края за 2014 год. Красноярск, 2015.
70. Федотов А. Н., Перфилова О. Ю. и др. Геологическое доизучение масштаба 1 : 200 000 на Абаканской площади за 1992–1995 гг. Красноярск, 1996.
71. Федотов А. Н., Перфилова О. Ю. и др. Геологическое доизучение масштаба 1 : 200 000 на Аскизской площади за 1996–2001 гг. Красноярск, 2003.
72. Холяндра Л. И. Аэромагнитная съемка на Маинском и Восточно-Тувинском участках масштаба 1 : 25 000. (Отчет Саянской аэрогеофизической партии по работам 1978 г.). Абакан, 1978.
73. Шаталина Т. А. ГДП-200 листа N-46-XXVI (Саяногорская площадь), Западный Саян. Красноярск, 2013.
74. Шаталина Т. А. Составление и подготовка к изданию Госгеолкарты-200 листа N-46-XXVI (Саяногорская площадь). Красноярск, 2015.
75. Шаталина Т. А., Измайлова С. А. Расчленение, корреляция четвертичных отложений для Восточно-Саянской и Минусинской серий с целью совершенствования легенд к Госгеолкартам масштаба 1 : 200 000. Красноярск, 1995.
76. Ядренкин В. М., Горелова С. Г., Звонарев И. Н. и др. Изучение опорных разрезов Приенисейско-Абаканской и Бейской мульд Минусинского бассейна. Новосибирск, 1975.
77. Яровой С. А., Алев А. А. Геохимические поиски меди, молибдена, свинца, цинка, кобальта и других металлов в Восточном Танну-Ола (Отчет Геохимической партии по работам 1987–1990 гг. в пределах Восточного Танну-Ола на листах М-46-IX, М-46-X, М-46-XI, М-46-XVII, М-46-XVIII). Кызыл, 1990.

**Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте полезных ископаемых листа N-46-XXVI
Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000**

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К – коренное, Р – россыпное)	Номер по списку литературы	Примечание, состояние эксплуатации
ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Твердые горючие ископаемые					
Уголь каменный					
I-1	1	Бейское, участки Сосновоозерский 1 и 2	К	20, 56ф	Законсервировано
I-1	2	Бейское, уч. Центральный	К	20, 56ф	Законсервировано
I-2	1	Бейское, уч. Чалпан	К	20, 56ф	Отрабатывается
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Цветные металлы					
Медь					
П-2	10	Майнское	К	58ф, 32, 56ф	Отработано
Благородные металлы					
Золото					
П-3	9	Россыпь р. Сизая	Р	32	Законсервировано
П-4	9	Россыпь р. Мал. Шушь	Р	32	Законсервировано
П-4	10	Малошушенское	К	32, 45ф	Законсервировано
П-4	11	Кл. Антоновский и кл. Щелкунья	Р	32	Отработано
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Горнотехническое сырье					
Асбест хризотилловый					
IV-2	14	Буланташское	К	49ф	Разведано
Поделочное сырье					
Серпентинит					
III-4	14	Перевальное	К	49ф	Отрабатывается
Строительные материалы					
Магматические породы					
Кислые интрузивные породы (гранит)					
П-2	4	Красный Хутор	К	32	Разведано
П-2	7	Никитин Лог	К	32	Разведано
III-2	14	Промежуточное	К	32	Разведано
III-2	15	Изербельское	К	20, 56ф	Разведано, отрабатывалось
III-2	19	Высокогорное	К	20, 56ф	Законсервировано, отрабатывалось
III-2	22	Южное	К	20, 56ф	Разведано
IV-2	3	Джойское	К	49ф	Разведано
IV-2	4	Приморское	К	32	Разведано

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К – коренное, Р – россыпное)	Номер по списку литературы	Примечание, состояние эксплуатации
Э ф ф у з и в н ы е п о р о д ы					
<i>Основные</i>					
П-4	5	Субботинское	К	32	Отработано
К а р б о н а т н ы е п о р о д ы					
М р а м о р					
Ш-2	13	Кибик-Кордонское, уч. Енисейский	К	32	Разведано
Ш-2	16	Кибик-Кордонское, уч. Кибик- Кордон	К	20	Отрабатывается
Ш-2	18	Кибик-Кордонское, уч. Правобережный	К	32	Разведано, отработывалось
Ш-3	8	II Кибик-Кордонское, уч. Перевальный II	К	32	Разведано
Ш-3	10	Кибик-Кордонское, уч. Беломраморный	К	32	Разрабатывается
Ш-3	11	I Кибик-Кордонское, уч. Перевальный I	К	32	Разведано
Ш-3	12	Кибик-Кордонское, уч. Задорожный	К	32	Разведано
Ш-3	13	Кибик-Кордонское, уч. Крутой	К	32	Разведано
Ш-3	14	Кибик-Кордонское, уч. Отдельный	К	32	Разведано
Ш-4	3	Никитинское	К	32	Разведано
О б л о м о ч н ы е п о р о д ы					
П е с ч а н и к					
Г-4	4	Карьер № 1	К	32	Разведано
К о н г л о м е р а т					
Ш-4	15	Федоровское	К	69ф	Отрабатывается
П О Д З Е М Н ы е в о д ы и л е ч е б н ы е г р я з и					
П р е с н ы е					
П и т ь е в ы е					
Г-4	1	Скважина № 2, пос. Ильичево		32	Эксплуатируется
Г-4	2	Скважина № 1, пос. Ильичево		32	Эксплуатируется
Г-4	3	Скважина № 3, пос. Ильичево		32	Эксплуатируется

Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных отложений

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К – коренное, Р – россыпное)	Номер по списку литературы	Примечание, состояние эксплуатации
Твердые горючие ископаемые					
Т о р ф					
I-4	18	Большешушенское	К	32	Законсервировано
I-4	20	Каптыревское	К	32	Законсервировано
П-4	15	Иджинское	К	32	Законсервировано
Благородные металлы					
З о л о т о					
П-3	9	Россыпь р. Сизая	Р	32	Законсервировано
П-4	9	Россыпь р. Мал. Шушь	Р	32	Законсервировано
П-4	11	Кл. Антоновский и кл. Щелкунья	Р	32	Отработано
Строительные материалы					
Г ли н и с т ы е п о р о д ы					
I-4	11	Шушенское	К	32	Разведано, отработывалось
I-4	12	Шушенское, уч. 1959 г.	К	32	Разведано, отработывалось
I-4	13	Шушенское, уч. № 4	К	32	Разведано, отработывалось
I-4	16	Шушенское, уч. № 5	К	32	Разведано, отработывалось.
П-2	15	Айдайское	К	20, 52ф	Разведано, отработывалось, законсервировано
П-3	10	Шунерское	К	32	Разведано, отработывалось
П-3	11	Шунерское П	К	32	Законсервировано
П-3	14	Шунерское	К	32	Разведано
П-3	15	Белозерское	К	32	Разведано
П-4	16	Майское	К	32	Разведано, отработывалось
Обломочные породы					
П е с ч а н о - г р а в и й н ы й м а т е р и а л					
I-2	2	Бейское, уч. Чалпан	К	20	Разведано, законсервировано
I-2	3	Кирба	К	20	Разведано
I-2	4	Саяногорское	К	20	Отрабатывается
I-2	5	Мелкоозерское	К	20	Отрабатывается
I-4	8	Шушенское	К	32	Разведано
I-4	14	Месторождение № 3	К	32	Разведано, отработывалось
I-4	15	Большешушенское	К	32	Разведано
I-4	19	Карьер № 1	К	32	Разведано
I-4	21	Каптыревское, уч. № 2	К	32	Разведано
I-4	22	Каптыревское	К	32	Законсервировано
I-4	23	Алтан	К	32	Разведано, отработывалось

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К – коренное, Р – россыпное)	Номер по списку литературы	Примечание, состояние эксплуатации
II-2	14	Означенское	К	20	Отрабатывается
II-3	12	Шунеры	К	32	Разведано, отработывалось
II-3	13	Саянское	К	32	Законсервировано
III-3	25	Месторождение № 15 (Кибикская Терраса)	К	32	Разведано
Песок строительный					
I-4	6	Шушенское	К	32	Разведано
I-4	17	Месторождение № 5	К	32	Разведано
III-3	24	Месторождение № 13	К	32	Разведано
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ И ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ					
Питьевые					
Пресные					
I-4	9	Пгт. Шушенское, групповой водозабор		32	Эксплуатируется
I-4	5	Пгт. Шушенское, водозабор № 2		32	Эксплуатируется
I-4	7	Пгт. Шушенское, водозабор № 1		32	Эксплуатируется
I-4	10	Пгт. Шушенское, скважина без номера		32	Эксплуатируется
II-2	13	Саяногорское		32	Эксплуатируется

Список проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ), шлиховых ореолов (ШО), шлиховых потоков (ШП), первичных геохимических ореолов (ПГХО), вторичных геохимических ореолов (ВГХО) и потоков (ВГХП), показанных на карте полезных ископаемых листа N-46-XXVI Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Нефть и газ				
Газ горючий				
I-3	1	Новомихайловское	20	П. В скважинах дебит газа 260–600 м ³ /сут
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Чёрные металлы				
Железо				
П-2	8	Богословский	57ф	ПМ. В metabазальтах вкрапленность и прожилки магнетита
П-3	1	Водораздел ручьев Арбуз и Шунерчик	58ф	ПМ. В лимонитизированных metabазальтах вкрапленность и прожилки магнетита
П-3	2	Проявление № 8	58ф	ПМ. Обломки бурых железняков с гематитом
П-3	4	Проявление № 9	58ф	ПМ. В metabазальтах вкрапленность и прожилки магнетита
П-3	5	Т.н. № 11	58ф	ПМ. В metabазальтах вкрапленность и прожилки магнетита
Ш-2	12	Истоки р. Изербель	58ф	ПМ. Вкрапленность магнетита в сланцах
Ш-2	26	Т.н. № 2898	49ф	ПМ. Вкрапленность гематита и магнетита в кварцитах
Ш-3	15	Базгаевский	58ф	ПМ. Гнездовая вкрапленность магнетита в кварцитах
Ш-3	16	Левобережье верховой р. Голубая	49ф	ПМ. В кремнистых породах прожилки магнетит-гематитового состава
IV-1	5	Т.н. 9418	49ф	ПМ. В кремнистых сланцах вкрапленности магнетита и гематита до 5–7%
IV-1	9	Т.н. 342	49ф	ПМ. Прожилки и вкрапленности магнетита и гематита
Хром				
Ш-1	8	Правобережье верхнего течения р. Уй	57ф	ПМ. В серпентинитах содержание Cr до 1 %
Ш-2	7	Правый склон течения р. Уй	57ф	ПМ. В серпентинитах вкрапленности хромита 3–5%
Ш-4	2	Шадакский	58ф	ПМ. В серпентинизированных дунитах содержание Cr ₂ O ₃ до 1,0 %
Ш-4	7	Сизинское	32	П. В серпентинитах содержание Cr ₂ O ₃ на обогащенных участках 2,3–4,4 %
Ш-4	16	Понятинское	46ф	П. Делювиальные обломки серпентинитов с прожилково-вкрапленной минерализацией
IV-3	3	Пойловский	49ф	ВГХО. Содержание хрома 0,2–1,0 %, никеля 0,1–0,2 %, кобальта до 0,1 %

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
IV-3	6	Правый борт Саяно-Шушенского водохранилища, осевая часть Борусского хребта	49ф	ПМ. В гарцбургитах шлиры хромита с содержанием до 30%
IV-3	12	Бассейн р. Мал. Абдыр	49ф	ШО. Содержание хромита от ед. зн. до 100 г/м ³
Цветные металлы				
М е д ь				
II-1	1	4 км западнее от дер. Калы	57ф	ПМ. Трещиноватые эффузивы с вкрапленностью пирита и халькопирита
II-1	2	5 км западнее дер. Калы	57ф	ПМ. Трещиноватые граниты с вкрапленностью пирита и халькопирита
II-1	3	У истоков руч. Грязный	57ф	ПМ. Трещиноватые граниты с вкрапленностью пирита и халькопирита
II-1	4	В левом борту р. Сабинка	57ф	ПМ. В зоне дробления граниты с примазками малахита
II-1	5	Бассейн верхнего течения р. Калы 2-е	73ф	ВГХО. Содержания меди от 0,008 до 0,015 %
II-1	6	Кальское, верхнее течение р. Калы	4, 48ф	П. Зона пропилитизации с линзами бурых железняков и примазками малахита. Содержание Cu – 1,5–5,3 %, Zn – 0,1–0,2 %, Fe – до 17,6 %
II-1	7	Катамор	4, 52ф,	П. Линзы песчаников с содержанием Cu 0,5–3,0 %
II-1	9	1 км юго-западнее дер. Красный Катамор	57ф	ПМ. Трещиноватые граниты с вкрапленностью пирита и халькопирита
II-1	11	5 км западнее дер. Красный Катамор	57ф	ПМ. Дробленые эффузивы с вкрапленностью пирита, халькопирита и примазками малахита
II-1	12	Дехановское-2	52ф	П. Песчаники с содержанием Cu до 1,0 %
II-2	2	Гора Амай	57ф	ПМ. Маломощная зона дробления в кварцевых диоритах майнского комплекса. Содержание Cu до 0,5 %
II-2	3	Усть-Кальское	57ф	П. Кварцевая жила с неравномерной вкрапленностью сульфидов. Содержание Cu до 1,5 %
II-2	5	Амайское	57ф	П. Лимонитизированная зона дробления эффузивов с примазками медной зелени
II-2	6	Истоки р. Бол. Карак	73ф	ВГХО. Содержание Cu 0,01–0,08 %
II-2	9	Чумаков лог	48ф, 57ф	ПМ. Линза бурых железняков с содержанием меди до 0,1 %
II-2	11	Кузнецов лог	57ф	ПМ. Зона лимонитизированных эффузивов с содержанием Cu в сотые доли процента
II-2	12	Степанов лог	48ф, 57ф	ПМ. Зона лимонитизированных эффузивов с содержанием Cu до 0,03 %
II-3	3	Никитинское (Никитинский рудник, Соколовское)	32, 58ф	П. Зона пропилитизированных эффузивов с неравномерной вкрапленностью пирита, халькопирита, магнетита и гематита
II-3	8	Сизинский	58ф	ПМ. Трещиноватые кварциты с примазками малахита
II-4	1	Лугавское	58ф	ПМ. В вулканитах зона дробления с прожилками кальцита и примазками малахита

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
II-4	2	Тойлык	58ф	II. Зона пропилитизированных эффузивов с линзами и прожилками бурых железняков. Содержание меди до 1,27 %
II-4	8	Река Сред. Шушь	58ф	II. В вулканитах зона дробления с прожилками кальцита и примазками малахита
III-1	2	Водораздел рек Сабинка, Бея и Уй	73ф	ВГХО. Содержание меди до 0,01 %
III-1	3	Правый борт р. Дехановка	73ф	ВГХО. Содержание меди до 0,01 %
III-1	4	Джингалов лог	52ф	II. Зона дробления вулканитов с содержанием Cu до 0,31 %, Zn до 0,24 %
III-1	5	Большая Туруханка	57ф	II. В зоне дробления примазки малахита
III-2	1	Бабаковский	4	II. В зоне дробления вкрапленность халькопирита, пирита и примазки медной зелени
III-2	2	Уйский	4	II. В зоне дробления примазки малахита
III-2	3	Бабикский	4	II. В сланцах вкрапленность пирита и примазки медной зелени
III-2	5	3 км южнее пос. Майна	48ф	II. Линзы бурых железняков с содержанием меди до 1,2 %
III-2	10	Богословский	73ф	II. В сланцах кварцевые прожилки с вкрапленностью пирита и халькопирита
III-2	23	Сойотское (Пойловское)	52ф	II. Зона прожилкового окварцевания 10 × 70 м. Содержание Cu – до 0,35 %
III-2	25	Бассейн ручьев Черемуховый и Солонечный	49ф	ШО. Содержание халькопирита в единичных знаках
III-3	3	Хабус-Матриха	58ф	II. Кварцевые прожилки с содержанием меди до 0,05 %
IV-1	1	Чирков лог	49ф	ШО. Содержание халькопирита в единичных знаках
IV-1	2	Джойское	49ф	II. В зоне дробления сланцев, примазки малахита, содержание Cu 1 %, Mo 0,003 %, Ag – 30 г/т
IV-1	3	Казанашка	49ф	ШО. Единичные зерна халькопирита
IV-1	4	Река Бол. Тюк	49ф	ШП. Единичные зерна халькопирита
IV-1	6	Верховье руч. Ямный	49ф	II. Прожилки кварца с содержанием меди 0,1 %
IV-1	7	Каялыкский	49ф	ШО. Содержание халькопирита от единичных до четырех знаков
IV-1	8	Бассейн ручьев Каялык и Бол. Амбарный	73ф	ВГХО. Содержание Cu – 0,006–0,01 %. В повышенных концентрациях присутствуют Y, Zn, Be
IV-1	10	Каялыкское	49ф	II. В сланцах верхнеамыльской подсветы – окварцованные зоны с сульфидной минерализацией. Содержание меди во вмещающих породах 0,03–0,2 %, в зонах окварцевания – 0,1–1,28 %. Присутствуют As – до 0,03 %, Ag – 0,1–10 г/т, Au – до 0,2 г/т
IV-2	11	Иконный	49ф	ВГХО. Содержание Cu 0,005–0,01 %, Zn 0,01–0,03 %, Pb до 0,005 %
IV-2	26	Катушкинский	49ф	ШО. Содержание халькопирита до 2 знаков, единичные знаки Au

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
IV-2	28	Катушкинский	49ф	ПМ. В зоне брекчирования содержание меди – более 1 %
IV-3	7	Бассейн верховьев р. Абдыр	49ф	ВГХО. Содержание меди 0,005–0,01 %, в повышенных концентрациях присутствуют Pb, Zn и Mo
IV-4	8	Приустьевая часть р. Бол. Берёзовая	49ф	ШО. Халькопирит в количестве 1–9 знаков, в единичных пробах галенит, шеелит и пирит
С в и н е ц , ц и н к				
III-2	6	Уйское	4, 57ф	П. Зона окварцевания с неравномерным содержанием Pb 0,14–2,3 % и Zn 0,24–0,85 %
III-4	4	Верховья р. Сизая	49ф	ВГХО. Содержание Pb 0,003–0,06 %, Zn до 0,01 %, Ag до 0,001 г/т
III-4	6	Малокашкаретское, бассейн р. Мал. Кашкарет	49ф	ВГХО. Содержание Pb 0,003–0,3 %, Zn 0,01–0,2 %, Cu 0,006–0,2 %, Ag до 0,00005 %
III-4	13	Малокашкаретское, левый борт р. Бол. Берёзовая	49ф	П. Минерализованная зона протяженностью до 4000 м с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией. Содержание Pb 0,80 %, Zn 0,31 %, Cu 0,39 %
III-4	19	Подъемное II, левый борт долины р. Бол. Кашкарет	49ф	П. Окварцованные известняки с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией. Содержание Zn 0,6–1,5 %, Cu до 0,5 %
IV-4	3	Истоки р. Бол. Кашкарет	49ф	ВГХО. Содержание Zn 0,01–0,03 %, Pb 0,003–0,006 %, Cu 0,006–0,008 %
IV-4	9	Бассейн среднего течения р. Бол. Берёзовая	49ф	ВГХО. Содержание Zn 0,01–0,02, Pb 0,003–0,004 %, Cu 0,005–0,008 %
Н и к е л ь				
III-1	6	Гремячинский, правобережье р. Уй	58ф	ПМ. Трещиноватые серпентиниты с содержанием Ni 0,2–0,25 %, Co 0,02 %
III-1	7	Верховья правого борта р. Уй	58ф	ПМ. Серпентиниты с содержанием Ni 0,2–0,5 %
III-2	4	Гора Баштак	58ф	ПМ. В серпентинитах содержание Ni 0,1 %
III-3	2	Агиматский	58ф	ПМ. В кварц-карбонатных породах содержание Ni 0,13 %, Co 0,02 %
М о л и б д е н				
III-2	8	Верховье р. Бол. Бабик, правые притоки	73ф	ВГХП. Пять проб с содержанием Mo 0,001 %, в одной – 0,005 %
III-2	9	Верховье р. Бол. Бабик, правые притоки	73ф	ВГХП. Шесть проб с содержанием Mo 0,001 %
III-2	11	Гора Бабик	73ф	ПГХО. Содержание Mo 0,0015–0,003 %, Nb 0,0015–0,01 %
III-2	17	Южный склон горы Бабик	49ф	ВГХО. Содержание Mo 0,0005–0,003 %, W 0,002–0,005 %
III-2	20	Гора Бабик	49ф	ПМ. В грейзенизированных гранитах содержание Mo 0,003–0,01 %, Nb 0,01–0,03 %
III-3	19	Среднекарынзульский, верховье р. Голубая	49ф	ВГХО. Содержание Mo от 0,0005 до 0,003 %, W до 0,0005 %
III-3	22	Среднекарынзульское верховье р. Голубая	49ф	П. Грейзенизированные тоналиты с содержанием Mo до 0,01 %, W до 0,02 %, Pb до 0,01 %

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
III-4	10	Приустьевая часть р. Сред. Карынчуль	49ф	ПМ. Прожилки кварца с содержанием Мо 0,0005 %, W 0,003 %
IV-4	7	Большекашкаретское, верховье р. Бол. Кашкарет	49ф	ПМ. В листовниках содержание Мо до 0,03 %, W до 0,03 %
В о л ь ф р а м				
III-2	24	Река Сойотка	49ф	ШП. Комплексный шлиховой поток. Содержание шеелита – ед. зн.–0,19 г/т. Присутствуют касситерит, флюорит, колумбит
III-3	17	Курумьский, бассейн р. Голубая	49ф	ШП. Содержание монацита – ед. зн.–0,04 г/т, присутствуют браннерит, шеелит
III-3	18	Водораздел рек Голубая и Бол. Кашкарет	49ф	ПМ. Кварцевые прожилки с содержанием W 0,006 %
III-4	5	Карынзульский, р. Мал. Карынзуль	49ф	ШП. Шлиховой поток с содержанием шеелита до 25 зн.
IV-2	1	Левый борт Саяно-Шушенского водохранилища	49ф	ШО. Содержание шеелита 2–35 зн.
IV-2	2	Левый борт Саяно-Шушенского водохранилища	49ф	ПМ. Альбитизированные граниты с содержанием W 0,02 %, Cu 0,01 %
IV-3	15	Говорихинский, бассейн рек Абдыр, Говориха	49ф	ШО. Содержание шеелита – 7 зн.–0,5 г/м ³ , присутствуют золото и халькопирит
IV-3	16	Говорихинское, левобережье р. Абдыр	49ф	П. В роговиках с прожилковым окварцеванием содержание W 0,01–0,03 %, Pb 0,01–0,05 %, Мо до 0,005 %, Cu до 0,02 %
IV-4	11	Приустьевая часть р. Бол. Берёзовая	49ф	ШО. Содержание шеелита 3–27 зн.
Редкие металлы, рассеянные и редкоземельные элементы				
III-2	21	Гора Бибик	49ф	ПМ. Грейзенизированные граниты с содержанием Nb 0,01–0,03 %, Li 0,01–0,03 %
III-4	20	Скальное, левый борт р. Бол. Кашкарет	49ф	П. Два тела кварц-альбит-ортитовых метасоматитов с содержанием Се до 2 %, La до 1,5 %, Th до 0,01 %, U до 0,04 %
IV-4	10	Приустьевая часть р. Бол. Берёзовая	49ф	ВГХО. Содержание иттрия 0,008–0,03 %, Cu 0,005–0,01 %, W 0,001–0,005 %
Благородные металлы				
З о л о т о				
II-2	1	Южная окраина г. Саяногорск	73ф	ВГХО. Содержание Au 0,001–0,006 г/т; Cu до 0,015 %, As до 0,008 %
II-3	6	Бассейн р. Сизая, 8 км от устья	73ф	ВГХО. Содержание Au 0,006–0,02 г/т
II-3	7	Мишин Лог, приустьевая часть р. Сизая	58ф	П. Кварцевые прожилки с содержанием золота 0,1–0,8 г/т
II-4	3	Точка № 7	58ф	ПМ. Зона дробления с содержанием Au 0,2 г/т
II-4	6	Россыпь р. Бол. Шушь с руч. Таловка	32	П. Золотоносный пласт мощностью 1–3,2 м с содержанием золота 15–150 мг/м ³ установлен на глубине от 25 до 50 м от поверхности. Прогнозные ресурсы по категории P ₃ оцениваются в 263 кг

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
II-4	12	8 км юго-западнее пос. Субботино	58ф	ПМ. Пиритизированные сланцы с содержанием Au 0,2–0,4 г/т
II-4	13	7 км юго-западнее пос. Субботино	58ф	ПМ. В четырех пробах из лимонитизированных габбро в содержании Au 0,2–0,3 г/т
II-4	14	8 км юго-западнее пос. Субботино	58ф	ПМ. В лимонитизированных сланцах содержание Au 0,2 г/т
III-1	1	Левый приток р. Бея Кашкаретская	73ф	ВГХО. Содержание Au 10–15 мг/т
III-1	9	Водораздел р. Клай и руч. Котуй	73ф	ВГХО. Содержание Au 15–30 мг/т
III-3	9	Река Голубая	32	П. Сведения о строении россыпи не сохранились. Числившиеся запасы в количестве 45 кг переведены в ресурсы категории P ₂
III-4	1	Водораздел рек Мал. Шушь и Сизая	73ф	ВГХО. Содержание Au 8–60 мг/т
III-4	17	Устьевая часть р. Бол. Кашкарет	49ф	ШП. В четырех пробах единичные знаки золота
IV-3	1	Верховье р. Голубая	49ф	ШП. Две пробы с ед. зн. золота
IV-3	9	Верховья р. Абдыр	49ф	ПМ. Элювий окварцованных сланцев с содержанием Au 0,03 г/т, Mo 0,002 %, W 0,003 %
IV-3	13	Малоабдырский, бассейн р. Мал. Абдыр	49ф	ШО. В 10 пробах содержание Au 1–12 зн., шеелита до 40 зн.
IV-3	14	Малоабдырский	49ф	ВГХП. 14 проб с содержанием Au 0,005–0,015 г/т
IV-4	1	Исток р. Бол. Кашкарет	49ф	ШП. В четырех пробах содержание Au – 1 зн., халькопирита – до 2 зн.
IV-4	4	Правый борт верхнего течения р. Бол. Кашкарет	49ф	ПМ. В кварцевых прожилках содержание Au 0,03 г/т, W 0,02 %
IV-4	5	Истоки р. Бол. Кашкарет	49ф	ШП. Содержание Au – до 2 зн., халькопирита – до 2 зн.
IV-4	6	Правый борт верхнего течения р. Бол. Кашкарет	49ф	ПМ. Гнезда кварца в зоне дробления с содержанием Au – 0,02 г/т, Cu – 0,04 %
Радиоактивные элементы				
У р а н				
III-4	9	Березовское-2	49ф	П. Слюдисто-кварцевые метасоматиты содержат: U – до 0,04 %, Mo – до 0,1 %, Pb – до 1 %, Zn – до 0,3 %
III-4	12	Березовское-1	49ф	П. Два рудных тела с содержанием U 0,09 % и 0,6 %. В повышенных концентрациях присутствуют Mo, Cu, Pb, Zr, La и Ce
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Оптические материалы				
Кальцит оптический (исландский шпат)				
III-4	21	Левый борт среднего течения р. Бол. Кашкарет	4, 49ф	П. Гнезда желтовато-белого полупрозрачного кальцита
Химическое сырье				
П и р и т				
IV-2	10	Голованский	49ф	ПМ. В сланцах послонная вкрапленность пирита до 20 %

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
Ф л ю о р и т				
IV-2	13	Усть-Кантегирский	49ф	ПМ. Прожилки флюорит-кварцевого состава с содержанием флюорита до 7 %
IV-2	15	Правый борт Саяно-Шушенского водохранилища	49ф	ПМ. Прожилки флюорит-кварцевого состава с содержанием флюорита до 7 %
Б а р и т				
II-1	8	4 км юго-западнее дер. Красный Катамор	58ф	ПМ. Кальцит-баритовая жила мощностью до 1 м прослежена на 25 м
II-1	10	1 км юго-западнее дер. Красный Катамор	58ф	ПМ. Обломки кальцит-баритового состава
Минеральные удобрения				
Ф о с ф а т н ы е				
Ф о с ф о р и т				
III-3	4	Малые Чесноки	58ф	П. Фосфатноносный уровень мощностью до 150 м прослежен более чем на 1000 м. Содержание P ₂ O ₅ – до 8 %
III-3	6	Бол. Чесноки	58ф	ПМ. В доломитах вскрыт интервал мощностью 1 м с содержанием P ₂ O ₅ 3 %
III-3	7	Бугов лог	58ф	П. Горизонт доломитовых известняков с содержанием P ₂ O ₅ 4,4–22,3 %
Горнотехническое сырье				
А с б е с т				
III-3	21	Татариновское	49ф	П. Зона минерализации шириной в первые метры и протяженностью 300 м. Среднее содержание волокна 0,5 %
III-4	8	Истоки р. Мал. Кашкарет	49ф	ПМ. Элювиальная глыба серпентинитов с прожилками асбеста мощностью 2–15 мм
IV-1	11	Малоамбарное	49ф	П. Зона минерализации с содержанием асбеста 0,5 %
IV-2	17	Енисейское	49ф	П. Четыре линзовидные залежи с содержанием асбеста 2,4–4,0 %
IV-2	18	Левобережное	49ф	П. Зона асбестизации с содержанием волокна около 4 %
IV-2	19	Правый борт Саяно-Шушенского водохранилища	49ф	ПМ. Редкие прожилки асбеста мощностью 2–5 мм
IV-2	21	Нижнекантегирское	49ф	П. Серпентиниты с одиночными прожилками хризотил-асбеста мощностью 3–12 мм
IV-2	22	Нижнекантегирское	49ф	П. Зона минерализации с содержанием асбеста 1,2–1,4 %
IV-2	23	Т.н. 1455	49ф	ПМ. В серпентинитах сложная жила асбеста мощностью 15 см
IV-2	24	Выс. 1034,7	49ф	П. Зона минерализации с содержанием асбеста 0,5–1,0 %

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
IV-2	25	Приискское	49ф	П. Пять линзообразных залежей с содержанием волокна не более 0,27 %
IV-3	2	Кочановское	49ф	П. Зона минерализации 200 × 20 м с содержанием волокна менее 1 %
IV-3	8	Правый борт Саяно-Шушенского водохранилища	49ф	ПМ. Редкие прожилки хризотил-асбеста мощностью до 5 мм
IV-3	11	Борусское	49ф	П. Девять асбестоносных залежей мощностью 3–20 м и протяженностью до 1800 м. Подсчитаны прогнозные ресурсы категорий Р ₁ и Р ₂
Т а л ь к				
IV-2	27	Т.н. 1506	49ф	ПМ. В серпентинитах линза тальцитов 3 × 10 м с содержанием талька 30–60 %
IV-2	16	Таловское	32	П. В серпентинитах линза тальцитов 20 × 100 м с содержанием талька 70–90 %
Г р а ф и т				
III-4	18	Левокашкаретское	49ф	П. Линза мраморизованных доломитистых известняков с содержанием графита 1–5 %
Драгоценные и поделочные камни				
II-4	4	Луговское	32	П. Несколько линзовидных тел яшм размером от 2 × 5 до 15 × 210 м
II-4	7	Среднешушенское	32	П. Шесть линзовидных тел яшм протяженностью 60–140 м при мощности 3–12 м
III-3	20	Восточное	32	П. Будины офикальцита размером 0,3–6,0 м в поперечнике
III-3	23	Голубинское	32	П. Зона листовенитов 5 × 700 м
III-4	11	Южное	32	П. В основной массе и трещинах в серпентинитах – вкрапленность демантоида в количестве до 15 %
IV-2	5	Бассейн верхнего течения р. Джойская Сосновка	44ф	ШО. Содержание демантоида – от ед. зерен до весовых содержаний
IV-2	6	Правый борт р. Джойская Сосновка	44ф	П. Зерна демантоида в хризотиловых прожилках
IV-2	7	Правый борт р. Джойская Сосновка	44ф	П. Зерна демантоида в хризотиловых прожилках
IV-2	8	Головановская зона	44ф	П. Жила тремолит-нефритового состава 0,4 × 6 м
IV-2	9	Юдинское, (Борусское)	32, 44ф	П. Неравномерная вкрапленность жадеита в дайках плагиоклазитов
IV-2	12	Бассейн р. Головановская Сосновка	44ф	ШО. Единичные зерна демантоида размером до 0,25 мм
IV-2	20	Буланташское	32	П. Тело жадеитоносных метасоматитов 3,9 × 11,0 м
IV-3	4	Верхнесоболевское	32	П. Участок антигоритовых серпентинитов, имеющих плотное нефритоподобное сложение
IV-3	5	Абдырское	49ф	П. Делювиальные глыба нефрита 1,5 × 3,0 м

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
IV-3	10	Пойловское	49ф	П. Гнезда и жилы кварца
IV-4	2	Кашкаретское	49ф	П. Глыбообразная будина альбит-жадеитоносных метасоматитов 3 × 2 м
Прочие ископаемые				
К в а р ц и т				
III-3	1	Андреанова Таежка	49ф, 58ф	П. Линзы кварцитов с содержанием SiO ₂ 96,7%
III-3	5	Бугов лог	49ф, 58ф	П. Линзы кварцитов с содержанием SiO ₂ 95,9–97,6%

**Список проявлений полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных отложений листа N-46-XXVI
Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000**

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола, потока	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ				
Золото				
II-4	6	Проявление р. Бол. Шушь с руч. Таловка	32	П. Золотоносный пласт мощностью 1–3,2 м с содержанием золота 15–150 мг/м ³ установлен на глубине от 25 до 50 м от поверхности. Прогнозные ресурсы по категории P ₃ оцениваются в 263 кг
III-3	9	Проявление р. Голубая	32	П. Сведения о строении россыпи не сохранились. Числившиеся запасы в количестве 45 кг переведены в ресурсы категории P ₂
ДРАГОЦЕННЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ				
IV-3	17	Абдырское	32	П. Десерпционные и солюфлюкционные глыбы серпентинита
ПРОЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Сапропель				
I-4	24	Коптыревское проявление	32	П. В придонных слоях, под торфяной залежью установлены известковые (87 %) и органо-известковые (13 %) отложения сапропеля
СОЛИ				
Соли натриевые				
II-1	4	Проявление озера Солёное	4, 20	П. Вода с плотным остатком. Содержание NaCl – 51 %, NaSO ₄ – 31 %, MgSO ₄ – 13 %, CaSO ₄ – 1 %
II-1	14	Проявление озера Чёрное	20	П. Соленосные растворы с содержанием плотного остатка 79 г/дм ³ , хлористого натрия – 25 г/дм ³ , pH – 8,8
ГРЯЗИ ЛЕЧЕБНЫЕ				
II-1	13	Озеро Чёрное	4	П. Донные отложения. среднесульфидные грязи
I-1	3	Озеро Солёное	4, 20	П. Донные отложения оз. Солёное, высокоминерализованные среднесульфидные грязи

**Впервые выявленные или переоцененные по результатам работ прогнозируемые объекты
полезных ископаемых и их прогнозных ресурсов по листу N-46-XXVI**

Индекс объекта	Вид минерального сырья и наименование объекта	Оценка ресурсов по категориям		Рекомендуемые для лицензирования объекты и рекомендации по дальнейшим работам*
		на начало работ	по результа- там работ	
3	Северо-Саянская минерагеническая зона			
3.1	Майнский рудный район			
3.1.2	Майнский прогнозируемый рудный узел			
	Медь (тыс. т)	–	P ₃ – 200	ПР
3	Северо-Саянская минерагеническая зона			
3.1	Майнский рудный район			
3.1.1	Приенисейско-Шушенский золоторудный россыпной узел			
	Золото рудное (т)	P ₂ – 18,7	P ₃ – 65	ПР

* ПР – поисковые работы.

Сводная таблица запасов и прогнозных ресурсов полезных ископаемых

Полезные ископаемые	Ед. изм.	Запасы			Прогнозные ресурсы			
		A + B + C ₁	C ₂	Забалансовые	D ₁	P ₁	P ₂	P ₃
ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ								
Нефть и газ								
Газ горючий	млрд м ³	-	-	-	28,25	-	-	-
Твердые горючие ископаемые								
Уголь каменный	млн т	797,559	-	14,9	-	3980	1380	-
Торф	тыс. т	1495	-	772	-	-	-	-
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ								
Цветные металлы								
Медь	тыс. т	-	-	-	-	-	-	200
Благородные металлы								
Золото рудное	т	-	7,7	-	-	-	-	65,0
Золото россыпное	кг	-	-	177	-	88	45	263
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ								
Керамическое и огнеупорное сырье								
Глины огнеупорные	тыс. т	-	-	180	-	-	-	-
Горнотехническое сырье								
Хризотил-асбест (руда)	млн т	-	49,8	-	-	93,4	327,5	-
Хризотил-асбест (АК-III)	тыс. т	-	-	-	-	-	260,0	-
Драгоценные и поделочные камни								
Демантоид	т	-	-	-	-	-	-	14,8
Сerpентинит	тыс. м ³	22	18	-	-	23,8	27	-
Лиственит	тыс. м ³	-	-	-	-	19	-	-
Яшма	тыс. т	-	-	-	-	13,1	-	-
Офикальцит	т	-	-	-	-	-	735	-
Строительные материалы								
Магматические породы								
Граниты	тыс. м ³	4986	-	14 180	-	7000	-	-
Эффузивные породы	тыс. м ³	64	-	-	-	-	-	-

Полезные ископаемые	Ед. изм.	Запасы			Прогнозные ресурсы			
		A + B + C ₁	C ₂	Забалансовые	D ₁	P ₁	P ₂	P ₃
Карбонатные породы								
Мраморы	млн м ³	71,74	11,84	0,34	–	3,0	–	–
Глинистые породы								
Глины кирпичные	тыс. м ³	4542	1059	–	–	–	–	–
Обломочные породы								
Песчано-гравийный материал	млн м ³	94,7	1900,5	–	–	–	–	–
Песок строительный	тыс. м ³	10050	–	1163,6	–	–	–	–
Кварцит	млн т	–	–	–	–	–	270	–
Конгломерат	тыс. м ³	410	283	–	–	–	–	–
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ								
Питьевые	тыс. м ³ /сут	67,2	–	–	–	–	–	–

Список петротипов, опорных обнажений и скважин, показанных на геологической карте листа N-46-XXVI

Номер клетки	Номер на карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
I-1	1	Опорная скважина (разрез верхненарыльковской подсвиты нарыльковской свиты нижней перми)	[66ф]. Скв. № 382
I-1	2	Опорная скважина (разрез нижненарыльковской подсвиты нарыльковской свиты нижней перми)	[66ф]. Скв. № 142
I-1	3	Опорная скважина (разрез нижнебелоярской подсвиты белоярской свиты верхнего карбона)	[66ф]. Скв. № 98
I-4	4	Опорный разрез нижнеямкинской подсвиты нижнего карбона по левому борту р. Енисей	[73ф]. Разрез III-III (т. н. 5140–5145)
I-1	5	Опорная скважина (разрез бережной свиты нерасчлененного среднего–верхнего карбона)	[66ф]. Скв. № 58
I-1	6	Опорная скважина (разрез верхнечерногорской подсвиты черногорской свиты среднего карбона)	[66ф]. Скв. № 80
I-1	7	Опорная скважина (разрез нижнечерногорской подсвиты черногорской свиты среднего карбона)	[66ф]. Скв. № 40
I-3	8	Опорная скважина (разрез среднего и верхнего девона, вмещает газоконденсатное проявление)	Скв. 1, 21
I-4	9	Опорное обнажение (разрез кривинской и соломинской свит нижнего карбона)	[73ф]. Обн. 5152
I-1	10	Опорное обнажение (несогласное залегание соленоозерской свиты на байновскую)	[73ф]. Канавы 530
I-1	11	Опорное обнажение (разрез байновской свиты нижнего карбона)	[73ф]. Обн. 9050
I-2	12	Опорный разрез по буровому профилю (разрез от байновской до соленоозерской свиты среднего карбона)	[73ф]. Скв. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, канавы 9021
I-2	13	Опорное обнажение (разрез соломенской и верхнеямкинской свит нижнего карбона)	[73ф]. Обн. 9040
I-1	14	Опорное обнажение (разрез самохвальской свиты нижнего карбона)	[73ф]. Обн. 5136
I-4	15	Опорный разрез камыштинской, самохвальской и кривинской свит нижнего карбона по правому борту р. Иджа (вдоль восточной рамки листа)	[73ф]. Обн. 5182, разрез IV-IV
II-1	16	Опорное обнажение (несогласное залегание быстрянкой свиты нижнего карбона на тубинскую свиту верхнего девона)	[73ф]. Обн. 5082
II-3	17	Опорное обнажение (разрез камыштинской и самохвальской свит нижнего карбона)	[73ф]. Обн. 5095
II-1	18	Опорный разрез быстрянкой–кривинской свит нижнего карбона по правому борту р. Енисей	[73ф]. Обн. 5006-5010, разрез V-V
II-1	19	Опорное обнажение (разрез алтайской и камыштинской свит по южному борту Черноозерской синклинали)	[73ф]. Обн. 5099-5103
II-2	20	Опорное обнажение (разрез толтаковской свиты среднего девона, несогласное залегание илеморовской на толтаковскую свиту, находки флоры живецкого яруса среднего девона)	[73ф]. Обн. 5078
II-4	21	Разрез нижнемонокской свиты нижнего кембрия по правому борту р. Бол. Шушь	[57ф]. Разрез В-Г
II-4	22	Разрез нижнемонокской и верхнемонокской свит нижнего кембрия по левому борту р. Бол. Шушь	[57ф]. Разрез Д-Е

Номер клетки	Номер на карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
II-1	23	Разрез илеморовской и бейской свит среднего девона	[73ф]. Разрез VI-VI, т. н. 5164
II-2	24	Петротип майнского комплекса (Енисейский массив)	№ 101
II-1	25	Опорное обнажение (разрез тимиртасской свиты, складчатость в зоне взбросо-надвига)	[73ф]. Обн. 5170
III-3	26	Разрез верхнетурунташской подтолщи нижнего кембрия в среднем течении р. Сизая	[57ф]. Разрез
III-1	27	Разрез нижнемонокской свиты нижнего кембрия по р. Дехановка	[73ф]. Разрез VII-VII
III-2	28	Разрез верхнемонокской свиты нижнего кембрия (руч. Степанов)	[56ф]. Разрез Ж-3
III-2	29	Стратотипический разрез изербельской свиты по левому борту р. Енисей	[49ф]. Разрез I-I
III-2	30	Разрез амыльской свиты по водоразделу рек Пойлова и Таловка	[49ф]. Разрез IV-IV
IV-4	31	Разрез турунташской толщи в верховье р. Бол. Кашкарет	[49ф]. Разрез XXVII
IV-3	32	Разрез абдырской толщи позднерифейского(?) возраста	[49ф]. Разрез XXIV
IV-4	33	Разрез амыльской свиты по водоразделу рек Бол. и Мал. Берёзовая	[49ф]. Разрез XXVI
IV-3	34	Разрез абдырской толщи	[49ф]. Разрез XXII
IV-2	35	Петротип джойского комплекса (Джойский массив)	№ 1
IV-3	36	Разрез буйбинской толщи нижнего кембрия и карынсугской и манчурекской свит верхнего ордовика	[49ф]. Разрез XXI
IV-1	37	Разрез абдырской толщи венда по руч. Мал. Амбарный	[49ф]. Разрез XV

**Список пунктов радиологических определений на Саяногорской площади,
показанных на геологической карте листа N-46-XXVI**

Номер клетки	Номер на карте	Номер пробы	Координаты	Комплекс	Метод анализа	Автор, год отбора
			Привязка	Массив	Возраст, млн лет	
				Порода		
II-4	1	52012	X 16428350 Y 5883000	Чилано-тимиртасский	U-Pb SHRIMP	Шаталина, 2015
			Правый борт р. Бол. Шушь, в 500 м от устья р. Тайлак	Трахиандезит	422 ± 6,2	2014
II-2	2	PC-44	X 16395098 Y 5880773	Майнский	U-Pb 523,8 ± 2,1	[28]
			Левый борт р. Енисей, между пос. Майна и г. Саяногорск	Енисейский	Ar-Ar	2013
				Тоналит	517,0 ± 3,0	
II-2	3	310201	X 16396989 Y 5877118	Майнский	U-Pb SHRIMP	[73ф]
			Левый борт р. Енисей, вверх по течению, в 14 км от г. Саяногорск	Енисейский Плагиогранит	530 ± 3,5	2011
III-1	4	IP-4	X 16366459 Y 5875360	Майнский	U-Pb SHRIMP	Шаталина, 2015
			Правый борт р. Дехановка	Табатский	511,6 ± 6,3	2012
				Лейкоплагиогранит		
III-2	5	IP-6	X 16390996 Y 5867681	Джойский	U-Pb SHRIMP	Шаталина, 2015
			Хребет Алан, в 1,4 км по аз. 10 от г. Бабик	Аланский	408 ± 4,5	2012
				Гранит		
III-2	6	Б-243	X 16390100 Y 5866450	Джойский	Ar-Ar	[29]
			Хребет Алан, в 300 м по аз. 130 от г. Бабик	Аланский	394,1 ± 1,1	2009
				Лейкогранит		
III-4	7	PC-49	X 16420520 Y 5864450	Большепорожский	U-Pb 411,2 ± 2,7	[29]
			Левый борт р. Сизая, в 1,6 км на восток от устья р. Карынзуль	Сизинский	Ar-Ar	2009
				Гранодиорит	413,8 ± 9,7	
IV-2	8	PC-41	X 16388900 Y 5855150	Джойский	U-Pb	[29]
			Правый борт р. Енисей в 1,7 км по аз. 215 от плотины СШГЭС	Джойский	413,7 ± 4,9	2009
				Гранит		
IV-2	9	21073	X 16385566 Y 5848133	Джойский	U-Pb SHRIMP	Шаталина, 2015
			Левый борт Саяно-Шушенского водохранилища, в 1,2 км к северу от устья Кантегирского залива	Джойский Гранит	412 ± 4,6	2012

**Список пунктов радиологических определений на Саяногорской площади,
показанных на карте четвертичных отложений листа N-46-XXVI**

Номер клетки	Номер на карте	Место отбора (номер пробы)	Координаты	Отложения	Метод анализа, возраст, тыс. лет	Номер по списку литературы
			Привязка			
III-2	1	Майнская палеолитическая стоянка (ЛЕ-2135)	91°29'53" 52°58'34" Левый борт р. Енисей, в устье р. Уй	Костные остатки из культурных слоев среди серовато-коричневого песка (вторая надпойменная терраса р. Енисей)	С 16	37

**Список опорных обнажений, буровых скважин, показанных на карте четвертичных отложений
листа N-46-XXVI**

Номер клетки	Номер на карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
I-2	1	Разрез делювиальных отложений по буровой скважине	[73ф]. Скв. 18
I-2	2	Разрез озерно-аллювиальных отложений эоплейстоцена по буровой скважине	[73ф]. Скв. 19
I-2	3	Разрез озерно-аллювиальных отложений эоплейстоцена с СПК по буровой скважине	[73ф]. Скв. 20
I-3	4	Опорное обнажение 24 (аллювий эоплейстоцена с СПК)	[73ф]. Карьер 5211
I-4	5	Опорное обнажение 5 с СПК (аллювий I надпойменной террасы)	[73ф]. Обн. 5173
I-1	6	Разрез делювиально-пролювиальных отложений каспийской свиты по буровой скважине	[73ф]. Скв. 22
I-1	7	Разрез делювиально-пролювиальных отложений каспийской свиты с СПК по буровой скважине	[73ф]. Скв. 25
I-1	8	Разрез делювиально-пролювиальных отложений каспийской свиты с СПК по буровой скважине	[73ф]. Скв. 21
I-1	9	Разрез делювиально-пролювиальных отложений каспийской свиты с СПК по буровой скважине	[73ф]. Скв. 24
II-4	10	Разрез аллювиальных отложений III надпойменной террасы по буровой скважине	[57ф]. скв. 127
II-4	11	Разрез аллювиальных отложений IV надпойменной террасы и озерно-аллювиальных отложений эоплейстоцена	[57ф]. скв. 130
II-4	12	Разрез аллювиальных отложений IV надпойменной террасы и делювиально-пролювиальных отложений каспийской свиты	[57ф]. скв. 133
II-4	13	Разрез аллювиальных отложений IV надпойменной террасы и делювиально-пролювиальных отложений каспийской свиты	[57ф]. скв. 135
II-1	14	Разрез делювиально-пролювиальных отложений каспийской свиты с СПК по буровой скважине	[73ф]. Скв. 34
II-4	15	Разрез делювиально-пролювиальных и эоловых отложений	[57ф]. скв. 138
II-4	16	Разрез озерно-аллювиальных отложений эоплейстоцена V надпойменной террасы р. Енисей и делювиально-пролювиальных образований по буровой скважине	[57ф]. скв. 140
II-1	17	Разрез озерных отложений нижнего звена неоплейстоцена по буровой скважине с СПК	[73ф]. Скв. 35
II-4	18	Разрез озерно-аллювиальных отложений эоплейстоцена V надпойменной террасы р. Енисей и делювиально-пролювиальных образований по буровой скважине	[57ф]. скв. 142
II-3	19	Опорное обнажение 26 с СПК (аллювий II надпойменной террасы р. Енисей)	[73ф]. Карьер 5178
II-4	20	Разрез озерно-аллювиальных отложений эоплейстоцена и делювиально-пролювиальных образований по буровой скважине	[57ф]. скв. 147
II-4	21	Разрез делювиально-пролювиальных отложений по буровой скважине	[57ф]. скв. 150
II-4	22	Разрез делювиально-пролювиальных отложений каспийской свиты и делювиально-пролювиальных образований по буровой скважине	[57ф]. скв. 160
II-4	23	Разрез делювиально-пролювиальных отложений каспийской свиты и делювиально-пролювиальных образований по буровой скважине	[57ф]. скв. 163

Каталог памятников природы, показанных на листе N-46-XXVI

Номер на карте	Вид памятника	Краткая характеристика
1	Гидрогеологический	Оз. Чалпан
2	Гидрогеологический	Солёные озера – оз. Солёное
3	Геоморфологический	Объекты эолового рельефа (дюны)
4	Гидрогеологический	Солёные озера – оз. Чёрное
5	Общегеологический	Обнажение с обильными остатками брахиопод бейской свиты
6	Тектонический	Северо-Минусинский взбросо-надвиг
7	Общегеологический	Контакт майнской интрузии и толтаковской свиты
8	Тектонический	Обнажение складчатых структур в зоне Северо-Минусинского взбросо-надвига
9	Тектонический	Северо-Минусинский взбросо-надвиг
10	Археологический	Палеолитическая стоянка Голубая
11	Археологический	Палеолитическая стоянка Майнская
12	Археологический	Палеолитическая стоянка Уй-2
13	Общегеологический	Выходы Кибик-Кордонских мраморов
14	Минералогический	Драгоценные камни – демантоид
15	Геоморфологический	Останцы выветривания и их высота, м
16	Минералогический	Выходы серпентинитов
17	Геоморфологический	Ледниковые цирки
18	Геоморфологический	Ледниковые цирки
19	Геоморфологический	Останцы выветривания и их высота, м
20	Геоморфологический	Останцы выветривания и их высота, м
21	Геоморфологический	Останцы выветривания и их высота, м
22	Геоморфологический	Останцы выветривания и их высота, м

Химический состав пород стратифицированных и интрузивных образований Саяногорской площади

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
Борусский габбро-гипербазитовый комплекс <i>Борусский офиолитовый пояс</i> Гипербазиты (σRF ₃ ?b)																
1	1073-Б	36,38	0,03	1,07	9,04	4,88	0,15	38,20	0,72	0,13	<0,05	0,054	8,41	100,02	[49ф]	Дунит
2	210014	38,16	<0,02	0,52	7,48	2,01	0,09	38,75	0,45	0,21	0,04	<0,10	14,32	100,14	[73ф]	Дунит
3	2218	38,58	0,01	0,71	3,84	5,92	0,22	45,15	0,43	0,20	<0,05	0,022	4,43	100,19	[49ф]	Дунит
4	1031-А	38,60	0,02	0,80	6,24	3,57	0,10	41,31	0,72	0,12	<0,05	0,046	7,91	100,36	[49ф]	Дунит
5	8355-Ж	38,82	0,01	1,6	6,87	3,77	0,11	36,02	0,43	0,16	0,05	0,035	12,05	100,52	[49ф]	Гарцбургит
6	210041	38,83	<0,02	1,18	9,71	1,83	0,11	37,15	0,21	0,03	0,03	<0,10	11,99	99,36	[73ф]	Гарцбургит
7	210031	39,03	<0,02	1,30	8,55	1,49	0,09	37,84	0,16	0,05	0,03	<0,10	12,05	99,22	[73ф]	Гарцбургит
8	210301	39,12	<0,02	38,06	0,64	7,24	2,84	38,18	<0,1	0,05	0,03	<0,10	8,43	99,16	[73ф]	Гарцбургит
9	2218-Г	39,38	0,01	0,53	2,22	5,85	0,16	44,42	0,14	0,11	<0,05	0,022	6,32	100,22	[49ф]	Гарцбургит
10	2199	39,44	0,06	1,96	7,54	3,17	0,12	35,39	0,57	0,17	0,07	0,025	10,87	100,01	[49ф]	Гарцбургит
11	1623	39,66	0,08	2,15	5,79	2,73	0,12	36,40	1,11	0,20	0,02	0,04	11,03	100,66	[49ф]	Гарцбургит
12	2888-Г	39,74	0,11	3,01	5,63	2,44	0,11	36,55	0,55	0,26	0,02	0,02	11,74	101,51	[49ф]	Гарцбургит
13	6657	39,84	0,03	1,69	6,03	2,23	0,08	37,20	0,82	0,08	0,02	0,02	11,35	100,43	[49ф]	Гарцбургит
14	2604	40,02	0,03	2,36	7,55	1,87	0,05	37,0	0,83	0,013	0,01	0,06	10,24	101,02	[49ф]	Гарцбургит
15	210081	40,12	<0,02	0,60	7,82	2,24	0,13	40,57	0,63	0,19	0,12	<0,10	9,53	99,83	[73ф]	Гарцбургит
16	3432	40,40	0,03	0,49	1,70	5,73	0,07	42,43	0,72	0,33	<0,05	0,037	7,241	100,24	[49ф]	Гарцбургит
17	1601	40,52	0,04	1,97	4,38	2,73	0,10	37,80	1,11	0,08	0,01	0,02	10,61	100,31	[49ф]	Гарцбургит
18	2192-Д	40,58	0,07	1,07	2,11	5,85	0,15	42,14	0,29	0,17	<0,05	0,022	6,812	100,0	[49ф]	Гарцбургит
19	2218-В	40,60	0,05	0,71	1,02	7,12	0,17	45,77	0,29	0,16	<0,05	0,018	3,07	99,93	[49ф]	Гарцбургит
20	8387	40,60	0,02	0,51	2,43	4,90	0,14	42,97	0,57	0,10	<0,05	0,025	6,963	100,03	[49ф]	Гарцбургит
21	210291	40,63	<0,02	0,51	7,16	1,94	0,092	38,03	0,15	0,05	0,03	<0,10	12,81	99,58	[73ф]	Гарцбургит
22	8435	40,64	0,02	0,87	2,39	5,41	0,12	42,93	0,14	0,17	<0,05	0,022	6,365	99,63	[49ф]	Гарцбургит

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
23	2218-A	40,68	0,02	1,25	4,61	3,70	0,10	36,84	0,72	0,08	0,05	0,018	10,97	90,89	[49ф]	Гарцбургит
4	1221	41,16	0,07	0,37	4,59	1,59	0,04	39,40	0,41	0,12	0,05	0,02	11,65	100,48	[49ф]	Перидотит
25	1047	41,22	0,02	0,89	2,92	1,87	0,09	40,57	0,72	0,11	0,05	0,041	10,42	99,85	[49ф]	Гарцбургит
26	8411	41,32	0,01	0,71	0,70	6,54	0,11	44,46	0,23	0,11	<0,05	0,008	4,934	100,06	[49ф]	Перидотит
27	210021	41,34	<0,02	1,32	4,62	0,82	0,077	39,19	0,26	0,06	0,04	<0,10	12,64	99,72	[73ф]	Перидотит
28	8325-A	41,36	0,04	2,32	3,35	3,88	0,21	34,86	1,72	0,18	0,05	0,015	11,29	100,32	[49ф]	Перидотит
29	8436-Б	41,66	0,02	1,07	1,48	6,33	0,13	40,19	0,64	0,17	<0,05	0,021	7,316	100,16	[49ф]	Гарцбургит
30	2219	41,68	0,01	0,98	2,01	6,42	0,18	43,38	0,57	0,08	<0,05	0,024	3,83	99,90	[49ф]	Перидотит
31	1211-1	42,96	0,01	0,75	1,41	7,12	0,10	42,48	1,93	0,13	100,65	0,02	3,39	100,65	[49ф]	Гарцбургит
32	8422-A	44,06	0,01	1,07	9,04	4,88	0,15	38,2	0,72	0,13	<0,05	0,054	8,41	100,02	[49ф]	Гарцбургит
33	1211	44,30	0,01	1,25	0,86	7,07	0,13	43,95	0,52	0,16	<0,05	0,021	1,19	100,08	[49ф]	Гарцбургит
34	2192-E	48,32	0,04	1,67	1,01	5,41	0,10	36,47	0,37	0,07	0,05	0,022	11,94	101,16	[49ф]	Лерцолит
Жадеиты																
35	T-1/16	54,32	0,14	22,20	1,73	1,35	0,03	1,61	2,09	18,07	0,24	0,06	–	–	[49ф]	Жадеит
36	T-1/15	55,34	0,08	21,80	1,72	0,90	0,03	1,73	2,2	11,20	0,44	0,02	–	–	[49ф]	Жадеит
37	T-1/3	55,96	0,10	22,80	1,99	1,44	0,03	1,53	1,83	11,20	0,21	0,01	–	–	[49ф]	Жадеит
38	T-1/2	56,27	0,16	22,60	2,43	0,73	0,03	1,31	2,02	12,42	0,12	0,05	–	–	[49ф]	Жадеит
39	T-1/4	56,46	0,05	22,60	1,34	0,81	0,04	1,73	2,49	13,07	0,22	0,01	–	–	[49ф]	Жадеит
40	T-1/1	56,60	0,10	23,40	1,85	0,45	0,03	1,19	1,53	13,50	0,12	0,03	–	–	[49ф]	Жадеит
Северо-Саянский (Изыхский) офиолитовый пояс																
Габброиды (vRF₃?b)																
41	11073	53,48	0,82	14,33	10,08	6,42	0,14	6,59	3,3	2,39	0,05	0,11	5,10	100,39	[73ф]	Габбродиорит
Гипербазиты (σRF₃?b)																
42	11883	41,17	0,036	1,40	6,52	1,68	0,10	37,86	0,12	0,10	0,03	<0,10	0,90	99,03	[73ф]	Гарцбургит
43	11881	41,45	0,039	2,31	6,01	2,72	0,12	37,61	0,10	0,10	0,03	<0,10	11,81	99,68	[73ф]	Гарцбургит
44	11882	41,89	<0,02	1,20	7,49	3,28	0,083	37,49	0,25	0,07	0,03	<0,10	11,33	99,95	[73ф]	Гарцбургит
Абдырская толща (RF₃?ab)																
45	Ш-219	45,7	4,21	12,7	11,6	7,42	0,20	4,62	6,88	3,36	0,10	0,66	3,10	100,55	[49ф]	Трахибазальт

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
46	8328-Г	46,24	1,94	18,82	6,17	4,78	0,16	4,82	10,11	3,04	0,20	0,22	3,57	100,07	[49ф]	Трахибазальт
47	7910	46,26	2,44	14,02	3,93	10,36	0,22	7,23	8,97	3,20	0,20	0,09	3,34	100,26	[49ф]	Базальт
48	7793	46,42	2,80	14,58	4,77	11,51	0,25	6,83	6,72	2,50	0,07	0,19	3,66	100,3	[49ф]	Базальт
49	7886	47,84	2,44	12,92	5,12	9,69	0,23	7,43	9,53	2,57	0,07	0,14	2,33	100,31	[49ф]	Базальт
Амыльская свита (V-C _{1am})																
Нижнеамыльская подсвита (Vam ₁)																
50	2694	43,56	1,70	15,62	7,26	5,53	0,16	4,50	13,78	1,46	0,50	0,32	5,47	99,86	[49ф]	Базальт
51	2695	43,68	2,06	15,43	8,63	4,93	0,15	4,10	14,75	1,18	0,25	0,36	4,55	100,07	[49ф]	Базальт
52	2696-Б	44,72	2,7	15,71	7,02	7,34	0,15	3,60	10,16	1,41	0,21	0,51	3,94	97,47	[49ф]	Базальт
53	2701-Б	46,16	3,07	16,28	7,61	8,18	0,12	5,20	5,84	2,40	1,0	0,32	3,93	100,11	[49ф]	Базальт
54	2692-А	49,92	2,21	15,99	7,76	6,25	0,10	3,10	6,12	5,90	0,32	0,27	2,86	100,8	[49ф]	Трахиандезибаазальт
55	8155-Б	51,0	3,06	14,96	5,31	7,52	0,19	5,22	8,97	2,86	0,42	0,29	0,40	100,2	[49ф]	Базальт
Верхнеамыльская подсвита (V-C _{2am})																
56	2132	44,66	2,71	12,23	1,97	7,06	0,19	5,52	10,96	2,48	0,10	0,30	9,65	97,83	[49ф]	Базальт
57	3377-А	45,50	3,47	15,52	4,43	10,13	0,22	6,33	4,49	3,34	0,13	0,49	5,50	99,55	[49ф]	Базальт
58	7307	46,82	2,33	12,42	6,18	8,41	0,15	4,9	9,46	3,15	0,40	0,27	8,81	103,3	[49ф]	Базальт
59	210712	46,83	2,37	15,13	12,64	7,46	0,23	6,29	6,23	3,14	1,39	0,47	5,09	99,81	[73ф]	Трахибазальт
60	2690-В	47,18	2,40	16,09	4,58	8,30	0,14	5,70	10,57	2,13	0,14	0,34	2,92	100,49	[49ф]	Базальт
61	2270-А	47,32	2,44	15,62	4,44	6,70	0,17	6,63	10,11	2,64	0,31	0,33	3,69	100,4	[49ф]	Базальт
62	7337	48,30	1,71	15,09	2,54	7,49	0,17	9,04	5,05	3,16	0,16	0,19	8,18	101,08	[49ф]	Базальт
63	263	48,89	2,89	13,36	6,97	7,27	0,18	5,22	9,07	2,97	0,23	0,40	2,13	99,49	[49ф]	Базальт
64	2643	51,06	1,99	14,68	5,96	7,22	0,17	5,40	8,75	2,46	0,19	0,22	2,64	100,74	[49ф]	Базальт
65	8157	52,42	2,71	14,20	7,80	7,59	0,25	3,01	6,72	3,38	0,16	0,98	0,1	99,32	[49ф]	Андезибаазальт
Турунташская толща (V-C _{1tr})																
Нижнетурунташская подтолща (Vtr ₁)																
66	2005-Б	41,94	2,63	16,46	3,95	5,51	0,18	3,60	13,36	2,70	2,28	0,39	6,87	99,87	[49ф]	Щелочной пикробазальт
67	2875	43,88	1,87	14,30	3,36	12,67	0,21	6,40	9,21	1,73	0,05	0,09	5,66	99,43	[49ф]	Ультраосновной пикробазальт

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
68	7281	44,28	2,10	15,24	6,68	5,95	0,15	6,0	10,50	2,39	0,49	0,28	6,06	100,12	[49ф]	Умеренно-щелочной пикробазальт
69	7969-A	45,04	1,91	14,85	1,70	11,89	0,11	7,30	6,82	2,30	0,25	0,28	8,04	100,49	[49ф]	Базальт
70	5484	45,12	1,42	12,12	12,49	1,09	0,17	8,30	10,16	4,29	0,10	0,13	5,16	100,55	[49ф]	Трахибазальт
71	3246-A	45,60	3,06	14,6	2,54	12,3	0,25	6,50	9,30	2,65	0,97	0,40	2,27	100,44	[49ф]	Трахибазальт
72	2070	46,08	2,32	16,43	1,77	9,55	0,27	8,31	7,04	3,0	0,31	0,26	4,34	99,68	[49ф]	Трахибазальт
73	7821	46,14	1,69	14,67	3,44	8,49	0,24	7,63	8,50	3,18	0,29	0,13	6,17	100,57	[49ф]	Трахибазальт
74	Ш-297	46,62	1,53	16,18	5,63	6,35	0,22	6,63	9,55	3,47	0,10	0,11	4,13	100,52	[49ф]	Трахибазальт
75	7261	46,66	2,19	14,10	6,50	6,33	0,24	7,26	8,24	2,80	0,63	0,36	4,96	100,27	[49ф]	Магнезиальный трахибазальт
76	Ш-245	46,80	1,91	14,77	8,0	6,70	0,22	6,03	11,04	1,96	0,02	0,15	3,59	101,19	[49ф]	Базальт
77	2004	47,06	1,12	15,26	1,53	8,96	0,28	9,75	7,97	2,75	0,97	0,09	4,31	100,05	[49ф]	Трахибазальт
78	Ш-306	47,06	1,71	14,39	7,20	7,06	0,24	7,03	10,11	1,71	0,03	0,14	3,78	100,46	[49ф]	Базальт
79	2001-Б	47,14	1,72	15,56	11,12	1,96	0,15	6,30	7,93	2,05	0,27	0,19	4,64	99,03	[49ф]	Базальт
80	2059-A	47,26	1,34	14,46	0,78	7,57	0,19	6,78	7,70	4,0	0,63	0,12	9,16	99,99	[49ф]	Трахибазальт
81	6039-Б	47,36	1,26	20,17	1,34	5,90	0,18	4,79	11,16	3,72	0,09	0,12	4,26	100,35	[49ф]	Трахибазальт
82	8047	48,28	3,14	16,25	10,10	3,09	0,17	2,29	5,58	5,45	1,50	0,50	4,11	100,46	[49ф]	Тешенит?
83	3044-Б	50,62	2,57	15,43	1,37	8,56	0,17	4,50	5,29	4,47	1,75	0,61	4,12	99,46	[49ф]	Тешенит?
Среднетурунташская подтолща (Vtr ₂)																
84	7260	45,08	2,18	13,84	9,30	4,55	0,21	6,31	8,37	4,0	1,04	0,32	4,55	99,75	[49ф]	Тешенит?
85	7233	46,77	2,33	15,99	2,34	8,77	0,18	5,40	7,57	2,75	0,50	0,28	7,36	100,24	[49ф]	Магнезиальный трахибазальт
86	7234	50,92	1,02	16,34	0,76	4,66	0,18	4,59	8,50	3,44	1,32	0,07	8,0	99,80	[49ф]	Трахибазальт
87	11021	96,76	0,029	0,75	0,86	0,49	<0,020	0,60	0,18	0,17	0,21	0,16	0,23	99,97	[73ф]	Кварцит
88	110211	97,21	<0,02	0,52	1,00	0,63	0,030	0,61	0,10	0,050	0,070	<0,10	0,29	100,00	[73ф]	Кварцит
89	110721	98,32	<0,02	0,25	0,37	0,26	0,020	0,55	<0,10	0,080	0,080	<0,10	0,12	100,01	[73ф]	Кварцит
Верхнетурунташская подтолща (Сtr ₃)																
90	12075	42,33	<0,02	<0,20	0,16	<0,25	0,052	17,89	31,64	0,14	0,02	0,57	7,34	100,36	[73ф]	Доломитизированный известняк

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
91	12049	44,84	<0,02	<0,20	0,11	<0,25	0,032	13,59	39,20	0,16	0,03	0,12	2,13	100,43	[73ф]	Доломитизированный известняк
92	12052	45,90	<0,02	<0,20	0,11	<0,25	0,040	18,98	33,63	0,17	0,03	0,26	0,66	100,0	[73ф]	Доломит
Нижнемонокский риолит-базальтовый комплекс																
Нижнемонокская свита (нижняя часть) (С _{1пт})																
93	51911	42,86	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	5,56	5,36	3,77	0,07	н.о.	8,24	–	[74ф]	Умеренно-щелочной пикробазальт
94		45,54	0,75	11,84	2,31	9,05	0,23	12,44	11,85	1,68	0,50	0,04	3,91	–	[36]	Основной пикробазальт
95	52121	46,32	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	7,23	3,64	4,23	0,14	н.о.	8,44	–	[73ф]	Плагиобазальт
96		46,49	0,51	14,53	2,27	5,63	0,20	8,23	11,75	3,23	0,14	0,05	6,35	–	[36]	Трахибазальт
97		46,92	0,99	15,64	2,65	7,28	0,34	6,40	10,10	3,37	0,36	0,21	5,34	–	[36]	Трахибазальт
98		47,26	1,26	17,31	11,60	2,0	0,12	3,60	11,15	3,87	0,25	0,77	0,58	–	[36]	Трахибазальт
99		47,44	0,46	18,06	1,45	8,99	0,12	6,0	12,82	2,0	0,10	0,07	1,99	–	[36]	Базальт
100	210611	47,51	0,59	15,96	16,99	13,02	0,25	9,08	2,85	0,26	0,12	<0,10	6,15	99,86	[73ф]	Основной пикробазальт
101		47,55	0,97	14,0	10,89		0,23	10,36	8,01	0,15	2,59	0,44	0,15	4,30	[36]	Базальт
102	52111	47,70	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	5,56	8,16	2,83	0,36	н.о.	2,39	–	[73ф]	Базальт
103	52112	47,94	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	6,72	12,36	0,63	0,03	н.о.	3,38	–	[73ф]	Основной пикробазальт
104	889	49,02	0,73	18,04	10,98	н.о.	0,19	5,04	10,40	2,35	0,78	0,10	2,38	100,01	[28]	Базальт
105		49,09	0,67	18,47	1,21	10,27	0,17	11,41	12,72	1,89	0,16	0,21	3,29	–	[36]	Базальт
106		49,14	0,95	15,07	10,49	0,22	8,70	9,32	0,14	2,86	0,28	0,14	3,06		[36]	Базальт
107		49,20	0,93	15,13	10,09	0,19	7,94	10,33	0,14	2,77	0,08	0,14	3,46		[36]	Базальт
108		49,71	1,20	13,29	12,87	0,24	7,32	7,46	0,15	3,71	0,04	0,15	4,02		[36]	Базальт
Нижнемонокская свита (верхняя часть) (С _{1пт})																
109		48,42	0,82	18,42	9,54	1,99	0,20	4,83	7,87	3,50	0,14	0,18	3,91	–	[36]	Базальт
110		48,94	1,01	17,43	4,54	6,99	0,18	5,56	9,26	2,57	0,65	0,18	3,36	–	[36]	Андезибазальт
111		48,75	1,32	15,82	6,96	4,91	0,17	5,82	8,41	3,50	0,08	0,24	3,29	–	[36]	Базальт
112		48,94	1,26	15,11	3,59	9,80	0,24	5,63	9,14	3,04	0,50	н.о.	н.о.	–	[36]	Базальт
113	885	50,34	0,57	15,15	11,53	н.о.	0,26	5,78	10,70	2,71	0,65	0,10	1,99	99,78	[28]	Базальт
114	Б-661	51,38	0,91	15,96	15,18	н.о.	0,16	5,16	1,93	5,90	0,13	0,10	2,44	99,25	[28]	Андезибазальт

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
115		51,66	0,81	18,90	4,67	5,78	0,18	5,09	7,99	2,43	0,39	0,21	1,94	–	[36]	Базальт
116		51,85	0,61	16,95	4,65	4,32	0,14	2,70	9,20	3,80	0,31	0,19	4,68	–	[36]	Базальт
117		52,35	0,42	14,42	3,11	6,61	0,22	5,68	9,20	4,04	0,19	0,10	н.о	–	[36]	Андезибазальт
118		52,75	0,85	17,80	4,29	5,28	0,15	3,50	7,67	4,28	0,80	0,21	2,38	–	[36]	Андезибазальт
119		53,30	0,73	18,65	3,87	4,8	0,19	3,20	7,25	3,86	0,77	0,15	2,83	–	[36]	Андезибазальт
120	52122	69,9	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,40	2,01	4,25	0,58	н.о.	2,97	–	[74ф]	Низкощелочной риодацит
Майнский габбро-плагиогранитный комплекс (рγ, qδ C-т)																
121		55,50	0,80	15,08	2,66	7,96	0,36	3,76	7,85	2,10	0,50	0,21	3,4	–	[35]	Диорит
122		55,60	0,45	17,53	2,0	6,73	0,20	3,93	9,75	1,95	0,19	0,12	1,99	–	[35]	Диорит
123		56,30	н.о	9,46	1,28	7,58	н.о	10,55	11,23	0,99	0,58	н.о	1,27	–	[35]	Диорит
124		56,90	0,57	17,1	3,07	6,06	0,28	3,32	9,70	2,0	0,13	0,05	1,13	–	[35]	Диорит
125		58,80	0,60	16,2	2,78	6,14	0,21	2,99	9,0	2,16	0,17	0,13	1,12	–	[35]	Диорит
126		60,56	0,41	17,96	1,48	4,15	н.о	2,12	6,31	3,48	1,89	0,15	0,40	–	[35]	Диорит
127		61,12	0,59	15,17	7,03		0,10	3,58	7,09	3,0	0,29	0,16	1,15	-	[35]	Диорит
128		61,67	0,43	14,54	7,74		0,16	3,93	6,96	2,09	0,47	0,08	1,42	-	[35]	Диорит
129		61,83	0,63	15,35	1,83	6,15	0,13	1,9	7,16	2,80	0,28	0,06	1,28	–	[35]	Диорит
130		62,32	0,68	16,2	2,83	5,25	0,1	1,74	7,16	2,68	0,25	0,15	0,98	–	[35]	Диорит
131		69,3	0,20	15,15	2,02	1,84	0,07	0,51	4,76	4,0	0,20	0,45	1,12	–	[35]	Плагиогранит
132		69,3	0,48	13,7	1,23	3,48	0,09	1,19	3,65	3,63	0,96	0,09	1,15	–	[35]	Плагиогранит
133		69,43	0,38	16,01	3,29		0,05	0,56	1,61	4,84	2,28	0,17	0,94	-	[35]	Плагиогранит
134		69,46	0,42	13,28	1,61	3,99	0,11	1,24	4,28	3,79	0,75	0,07	1,14	–	[35]	Плагиогранит
135		69,50	0,43	13,08	2,04	3,48	0,11	1,35	4,44	3,76	0,71	0,07	0,94	–	[35]	Плагиогранит
136		69,69	0,44	13,09	1,61	3,99	0,11	1,37	4,28	3,75	0,72	0,07	0,94	–	[35]	Плагиогранит
137		69,79	0,51	14,73	5,26		3,99	0,79	0,44	4,15	2,94	0,08	0,87	-	[35]	Плагиогранит
138		70,08	0,26	15,17	1,53	1,76	0,08	1,06	3,37	4,39	0,82	0,04	1,43	–	[35]	Плагиогранит
139		70,31	0,42	13,06	1,45	3,81	0,10	1,29	4,28	3,40	0,76	0,07	1,14	–	[35]	Плагиогранит
140		70,92	0,30	13,55	1,21	3,59	0,02	1,80	2,07	5,46	0,49	0,04	0,95	–	[35]	Плагиогранит
Енисейский плутон																
141	K43/3	67,86	0,55	14,21	5,52	н.о.	0,09	1,41	3,17	4,76	0,42	0,16	1,44	99,95	[28]	Тоналит
142	PC-46	68,01	0,47	13,77	6,0	н.о.	0,11	1,27	3,93	3,92	0,77	0,11	1,71	100,07	[28]	Тоналит

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
143	РС-44	73,47	0,26	12,37	3,75	н.о.	0,12	0,66	3,07	4,51	0,71	0,06	1,09	100,07	[28]	Плагиогранит
144	РС-43	75,94	0,22	12,56	3,05	н.о.	0,06	0,85	2,72	3,31	0,41	0,05	0,84	100,01	[28]	Плагиогранит
Табатский плутон																
145	11060	55,51	0,47	15,19	11,57	7,87	0,22	4,75	8,65	2,38	0,36	<0,10	1,04	100,24	[73ф]	Диорит
146	ПР4	55,74	0,48	16,27	10,32	7,69	0,17	4,78	9,02	2,61	0,26	<0,10	0,56	100,31	[73ф]	Диорит
147	31097	74,81	0,21	12,73	3,17	2,35	0,039	0,98	3,49	3,60	0,34	<0,10	0,63	100,10	[73ф]	Плагиогранит
148	ПР3	75,49	0,19	12,59	2,62	1,90	0,053	0,95	3,03	3,54	0,27	<0,10	0,65	99,48	[73ф]	Плагиогранит
149	РС-31	72,85	0,19	12,58	3,27	н.о.	0,06	1,07	2,43	5,15	0,85	0,03	0,88	99,36	[28]	Плагиогранит
Большепорожский гранитоидный комплекс (qδ,γδ,py,ly Dδ)																
Сизинский массив																
150	310641	54,16	0,89	13,30	7,76	4,96	0,15	8,76	8,31	2,58	1,52	0,27	1,66	99,36	[73ф]	Диорит
151	11055	58,02	0,65	17,81	6,78	3,40	0,13	4,03	6,92	3,87	1,29	0,25	0,93	100,68	[73ф]	Кварцевый диорит
152	310661	63,14	0,57	15,23	6,03	3,58	0,090	3,34	5,17	2,82	2,21	0,13	1,10	99,83	[73ф]	Кварцевый диорит
153	ПР1	63,57	0,56	15,35	5,68	3,66	0,10	3,20	5,05	2,58	2,19	0,12	0,93	99,33	[73ф]	Тоналит
154	310851	63,68	0,57	15,84	5,71	3,62	0,11	2,81	5,14	2,84	1,98	0,14	1,61	100,43	[73ф]	Тоналит
155	3011	64,10	0,80	15,32	2,12	3,88	0,07	1,90	4,51	3,82	2,23	0,26	1,27	99,92	[49ф]	Гранодиорит
156	210073	64,29	0,64	15,47	5,75	2,91	0,10	2,64	4,70	3,22	2,37	0,24	1,0	100,42	[73ф]	Гранодиорит
157	7268	64,30	0,61	15,60	2,70	2,99	0,15	2,10	5,05	3,33	2,08	0,15	1,39	100,45	[49ф]	Тоналит
158	ПР2	64,87	0,54	15,47	5,08	2,95	0,10	2,79	4,73	2,91	2,33	0,13	0,62	99,57	[73ф]	Тоналит
159	210011	68,18	0,44	14,50	4,03	1,98	0,092	1,64	3,95	3,45	2,64	0,16	0,90	99,98	[73ф]	Гранодиорит
Курумьский массив																
160	45-В	54,14	0,98	15,05	2,83	5,27	0,10	6,80	8,25	2,71	0,91	0,181	1,58	99,40	[49ф]	Диорит
161	3303	62,88	0,33	16,56	2,01	4,10	0,09	1,90	4,89	3,52	2,45	0,182	0,53	99,85	[49ф]	Кварцевый диорит
162	3318	63,88	0,78	17,06	2,20	3,58	0,10	1,60	4,47	3,36	2,45	0,009	0,57	99,85	[49ф]	Кварцевый диорит
163	3322	66,28	0,63	16,18	1,22	3,07	0,11	1,20	3,49	3,82	3,16	0,174	0,43	99,70	[49ф]	Гранодиорит
Кантегирский массив																
164	210623	69,29	0,35	15,24	3,09	2,09	0,14	1,39	3,13	4,01	2,58	0,13	0,75	100,04	[73ф]	Гранит

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
165	210621	70,54	0,43	15,33	3,02	1,73	0,13	0,81	2,56	3,83	2,82	0,14	0,48	100,09	[73ф]	Гранит
166	210641	71,16	0,40	15,19	2,77	1,81	0,13	0,76	2,63	3,86	2,70	0,12	0,35	100,07	[73ф]	Гранит
Джойский гранитный комплекс (γ,γδ,qδ,lγ D;d)																
Аланский массив																
167	5	74,86	0,21	14,11	0,47	1,79	0,05	0,20	1,11	3,01	4,33	0,05	0,39	100,52	[49ф]	Лейкогранит
168	210321	75,04	0,12	14,03	1,57	0,90	0,034	0,63	0,34	3,63	4,56	<0,10	0,48	100,53	[73ф]	Лейкогранит
169	210361	75,31	0,15	13,15	1,83	1,04	0,068	0,66	0,58	3,48	4,05	<0,10	0,26	99,64	[73ф]	Лейкогранит
170	4309	76,12	0,25	12,98	0,54	0,96	0,03	0,30	1,53	2,92	4,10	0,07	0,53	100,34	[49ф]	Лейкогранит
171	ПР7	76,34	0,065	12,27	1,40	0,97	0,048	0,60	0,62	3,50	3,92	<0,10	0,24	99,10	[73ф]	Лейкогранит
172	ПР6	76,50	0,064	12,48	1,07	0,82	0,071	0,55	0,66	3,62	3,95	<0,10	0,29	99,36	[73ф]	Лейкогранит
173	210342	76,96	0,094	12,01	1,47	0,86	0,093	0,58	0,37	3,57	4,01	<0,10	0,22	99,48	[73ф]	Лейкогранит
174	ПР5	76,98	0,064	12,18	1,20	0,93	0,071	0,56	0,43	3,73	3,97	<0,10	0,27	99,56	[73ф]	Лейкогранит
175	210351	77,30	0,062	12,62	1,07	0,75	0,052	0,56	0,16	3,73	4,34	<0,10	0,31	100,30	[73ф]	Лейкогранит
176	210331	77,34	0,083	12,36	1,22	0,60	0,036	0,58	0,34	3,18	3,98	<0,10	0,45	99,67	[73ф]	Лейкогранит
177	210411	78,08	0,15	11,49	1,47	0,86	0,065	0,61	0,44	2,48	4,77	<0,10	0,39	100,01	[73ф]	Лейкогранит
Пашкинский массив																
178	4267	74,76	0,81	12,79	1,02	1,70	0,08	0,40	0,84	3,30	4,01	0,04	0,71	100,47	[49ф]	Лейкогранит
179	9184	74,80	0,26	12,13	0,33	1,91	0,03	0,68	0,92	3,50	4,40	0,05	1,12	100,13	[49ф]	Лейкогранит
180	4268	75,04	0,65	13,17	0,65	1,91	0,07	0,40	0,28	3,38	4,58	0,02	0,39	100,55	[49ф]	Лейкогранит
181	14-1690	75,50	0,25	12,13	0,23	2,09	0,03	0,83	0,43	3,20	4,40	0,04	0,76	99,89	[49ф]	Лейкогранит
182	14-2070	76,78	0,26	12,22	0,29	1,56	0,04	0,41	0,29	3,10	4,40	0,04	0,87	100,26	[49ф]	Лейкогранит
Курумьский массив																
183	3302-А	71,00	0,35	14,86	0,40	2,19	н.о	0,70	1,67	4,27	3,70	0,10	0,63	99,87	[49ф]	Гранит
184	3299	72,34	0,32	14,49	0,80	1,53	н.о	0,40	1,11	3,70	3,95	0,11	1,03	99,78	[49ф]	Гранит
185	3301	74,46	0,24	13,73	0,69	1,46	н.о	0,40	0,69	3,39	4,15	0,09	0,90	100,20	[49ф]	Лейкогранит
Усть-Кантегирский массив																
186	3610-Б	71,43	0,39	14,67	1,60	1,78	0,05	0,39	2,01	3,77	3,88	0,06	0,65	100,69	[49ф]	Гранит
187	4150	71,92	0,81	14,07	1,49	1,13	0,05	0,60	1,12	3,41	5,0	0,16	0,83	100,63	[49ф]	Гранит

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
Джойский массив																
188	11116	69,83	0,31	14,96	2,39	1,27	0,061	1,13	2,36	3,65	3,34	0,10	0,56	98,69	[73ф]	Гранит
189	11118	70,49	0,26	14,15	2,46	1,01	0,068	1,03	2,96	3,39	3,74	0,10	0,97	99,62	[73ф]	Гранит
190	111141	71,24	0,26	13,93	2,26	1,08	0,060	1,18	1,50	3,71	3,56	0,13	1,85	99,68	[73ф]	Гранит
191	210771	71,61	0,32	14,80	1,96	0,82	0,061	1,02	1,75	3,70	3,57	<0,10	0,61	99,50	[73ф]	Гранит
192	111153	71,77	0,30	14,60	1,74	1,12	0,085	2,41	0,55	3,90	3,44	<0,10	1,32	100,22	[73ф]	Гранит
193	210761	72,25	0,38	14,23	2,36	1,19	0,062	0,63	0,98	3,13	4,22	0,13	1,76	100,13	[73ф]	Гранит
194	11117	72,40	0,27	13,85	2,13	1,08	0,068	1,20	2,29	3,21	3,53	0,10	0,53	99,58	[73ф]	Гранит
195	111151	73,00	0,27	13,60	1,93	1,01	0,065	1,05	1,35	3,66	3,94	<0,10	0,72	99,69	[73ф]	Гранит
196	11119	74,53	0,21	12,63	2,07	1,08	0,075	1,05	1,79	3,15	3,40	<0,10	0,63	99,64	[73ф]	Лейкогранит
Дайки (γтDд)																
197	210762	48,33	3,16	14,67	13,56	7,50	0,19	5,31	9,06	3,08	0,40	0,66	2,16	100,58	[73ф]	Габбро-диорит
198	210732	71,72	0,40	14,67	2,63	1,15	0,090	0,75	1,80	3,22	3,15	0,11	0,68	99,22	[73ф]	Гранит-порфир
199	210742	72,67	0,32	14,55	1,89	1,00	0,093	0,55	1,33	3,45	4,43	0,11	0,52	99,91	[73ф]	Риолит-порфир
200	5779-A	72,94	0,29	13,46	0,32	1,63	0,07	0,62	1,01	3,60	4,70	0,09	0,95	99,68	[49ф]	Гранит-порфир
201	253-B	73,70	0,13	13,82	0,64	1,24	0,08	0,49	1,73	3,45	3,26	0,04	0,95	99,53	[49ф]	Гранит-порфир
202	210723	73,74	0,28	13,81	1,59	0,93	<0,020	0,95	1,10	4,11	4,23	<0,10	0,50	100,43	[73ф]	Аплит
203	3279-B	74,12	0,13	13,48	0,50	1,03	0,04	0,29	1,47	3,54	4,36	0,04	0,82	99,82	[49ф]	Гранит-порфир
204	3318-A	74,80	0,09	13,74	0,45	0,64	0,09	0,29	1,26	3,72	3,86	0,31	0,48	99,73	[49ф]	Гранит-порфир
205	3535-A	74,86	0,01	13,36	0,53	0,92	0,05	0,30	1,40	2,97	3,76	0,04	1,63	99,85	[49ф]	Гранит-порфир
206	210763	75,21	0,035	12,79	0,73	0,26	0,031	0,84	2,52	1,38	3,07	<0,10	3,39	100,10	[73ф]	Риолит
207	3584-A	77,72	0,04	12,69	1,05	0,63	0,02	0,40	0,28	3,07	3,51	0,04	1,0	100,50	[49ф]	Гранит-порфир
Чилано-тимиртасский андезит-базальтовый комплекс (δл,νл,ξπ,απDιδl-tm)																
Тимиртасская свита (Dιtm)																
208	27514	49,47	1,49	16,87	3,76	4,92	0,30	7,46	7,49	2,72	0,32	0,36	4,23	99,39	[71ф]	Базальт
209	27513	50,48	1,37	16,45	4,81	4,69	0,13	6,36	8,12	3,26	1,08	0,33	2,85	99,93	[71ф]	Базальт
210	27512	51,66	1,29	15,83	4,79	4,42	0,11	5,99	8,67	3,11	0,95	0,33	2,87	100,02	[71ф]	Базальт
211	982-3	52,71	1,63	17,68	5,36	5,64	0,07	2,24	3,20	4,22	1,08	0,46	5,72	100,01	[71ф]	Трахиандезибазальт

№ п/п	Номер пробы	Содержание, м. д. %													Источник	Название породы по петрокодексу, 2008
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Σ		
212	27511	53,68	1,29	14,98	3,99	5,07	0,12	5,50	8,52	2,89	1,05	0,33	2,36	99,78	[71ф]	Андезибазальт
213	52011	58,67	н.о	н.о	н.о	н.о	н.о	1,54	5,31	4,05	0,96	н.о	2,10	–	[73ф]	Андезит
214	52012	58,48	н.о	н.о	н.о	н.о	н.о	1,01	3,84	6,35	0,56	н.о	1,86	–	[73ф]	Трахиандезит
215	1522	64,11	1,01	15,83	6,29	н.о	0,16	1,31	3,16	3,58	1,95	0,33	2,25	99,98	[71ф]]	Дациит
216	979-1	67,28	0,80	13,23	2,69	0,72	0,06	0,76	3,09	3,73	2,26	0,15	3,89	98,66	[71ф]	Дациит
Субвулканические образования (дл,вл,эл,алД₁л-тм)																
217	21907	47,10	1,62	16,38	5,49	4,56	0,16	6,09	11,41	2,57	0,16	0,24	3,59	99,37	[71ф]	Габбро-порфирит
218	27425	52,61	0,89	14,90	3,12	5,02	0,26	7,01	9,21	2,72	0,29	0,12	3,53	99,68	[71ф]	Габбро-порфирит
219	61610	53,26	1,33	16,81	9,67	-	6,90	2,55	5,47	0,51	0,16	3,94	3,94	100,78	[71ф]	Диорит-порфирит
220	27391	53,54	1,53	15,71	2,78	5,77	7,93	2,88	4,80	1,88	0,31	1,72	1,72	99,11	[71ф]	Диорит-порфирит
221	27461	53,83	0,93	16,33	3,00	3,88	0,06	2,74	9,11	2,90	1,18	0,28	5,46	99,70	[71ф]	Андезитовый порфирит
222	974-1	57,74	0,87	14,71	5,17	1,29	0,08	1,20	5,14	5,85	1,84	0,32	4,39	98,60	[71ф]	Трахит-порфир
223	5455	59,75	0,43	18,34	5,18	<0,25	0,083	1,25	3,75	7,43	0,48	0,37	3,28	100,34	[73ф]	Щелочной сиенит-порфир
224	5201	60,71	0,70	16,51	7,24	1,08	0,14	2,00	5,29	4,66	0,85	0,21	2,14	100,45	[73ф]	Андезитовый порфирит
225	5199	62,12	0,46	16,88	5,09	<0,25	0,090	1,75	3,68	4,63	1,50	0,19	2,94	99,33	[73ф]	Дациандезитовый порфирит
226	25111	64,71	1,18	15,26	3,44	2,41	0,06	1,86	0,13	6,09	2,5	0,22	2,23	100,09	[71ф]	Трахидациит
227	3265	67,52	0,62	15,78	4,99	н.о	0,07	0,10	1,11	6,24	2,22	0,15	1,22	100,02	[71ф]	Трахидациит

Среднее содержание элементов в осадочно-вулканогенных и интрузивных образованиях на площади листа N-46-XXVI*

Геологические подразделения в составе ГК и ГПК	Горные породы в составе ГК, ГПК	Объём выборки (пр.)	B	Ba	Be	Co	Cr	Cu	Ga	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Sn	Ti	V	Y	Zn	Zr	
			C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}	C _{ср}
Южно-Минусинская СФЗ																							
Соленоозерская свита C _{2so}	Алевролиты, аргиллиты, песчаники	14	4,0	40,0	0,2	1,5	4,0	5,0	1,5	3,0	20,0	0,2	1,5	3,0	60,0	1,5	0,3	550,0	10,0	4,0	10,0	15,0	
Подсиньская свита C _{1ps}	Туфоалевролиты, туффиты	39	3,0	40,0	0,2	0,6	2,0	3,0	1,0	3,0	40,0	0,2	1,5	2,0	60,0	1,5	0,4	400,0	6,0	0,3	8,0	10,0	
Ямкинская свита C _{1jm}	Туфоалевролиты, известняки	21	2,5	60,0	0,2	0,4	2,0	2,5	0,6	2,0	100,0	0,1	1,0	0,7	80,0	1,5	0,3	300,0	4,0	3,0	5,0	10,0	
Соломенская свита C _{1sl}	Известняки	12	1,5	50,0	0,2	0,3	1,0	0,8	0,4	2,0	200,0	0,2	1,0	0,4	60,0	0,6	0,2	100,0	3,0	4,0	3,0	10,0	
Кривинская свита C _{1kr}	Туфы, туфопесчаники, алевролиты	16	3,0	60,0	0,2	0,5	1,5	2,0	0,9	2,0	6,0	0,2	1,3	0,7	80,0	1,3	0,3	450,0	3,5	2,0	5,0	10,0	
Камыштинская свита C _{1km}	Песчаники, туфопесчаники	15	1,0	40,0	0,2	0,3	1,0	1,5	0,8	2,0	10,0	0,1	1,0	0,6	80,0	1,5	0,3	300,0	2,0	2,0	4,0	10,0	
Алтайская свита C _{1al}	Песчаники, алевролиты, туфы	22	2,0	40,0	0,2	0,4	1,3	1,8	1,0	2,0	25,0	0,1	1,5	0,6	80,0	1,8	0,3	350,0	3,0	3,0	6,0	10,0	
Быстринская свита C _{1bs}	Песчаники, туфы	14	1,0	30,0	0,1	0,3	0,8	2,0	0,4	1,5	115,0	0,1	1,0	0,5	60,0	0,6	0,2	50,0	2,0	3,0	3,0	8,0	
Тубинская свита D _{3tb}	Алевролиты, песчаники	23	4,0	60,0	0,2	1,0	5,0	3,0	1,0	3,0	100,0	0,2	1,0	3,0	80,0	1,5	0,3	400,0	8,0	4,0	8,0	15,0	
Кохайская свита D _{3kh}	Алевролиты	11	5,0	40,0	0,2	1,0	6,0	4,0	1,0	3,0	80,0	0,2	1,0	4,0	100,0	1,5	0,3	500,0	8,0	4,0	8,0	10,0	
Толтаковская свита D _{2?tl}	Песчаники, алевролиты	12	2,0	40,0	0,1	0,8	5,0	3,0	0,8	2,0	70,0	0,2	1,0	3,0	80,0	0,9	0,2	400,0	6,0	4,0	6,0	10,0	
Центрально-Саянская СФЗ																							
Джойский гранитный комплекс D _{1d}																							
Джойский массив	Граниты	16	1,5	5,0	0,3	0,3	3,3	1,3	0,6	0,5	25,0	0,2	1,1	0,9	71,0	1,0	0,2	120,0	2,1	1,3	2,3	4,7	
Аланский массив	Граниты	11	0,5	5,0	0,4	0,1	3,0	1,1	0,4	1,3	16,0	0,3	2,8	1,0	5,0	2,0	0,6	37,0	0,24	3,1	2,3	3,6	
Пашкинский массив Зальцман, 1983	Лейкограниты	10	0,8	14,0	–	0,5	2,4	3,7	–	3,0	35,0	0,2	–	1,5	60,0	1,9	0,3	220,0	3,9	–	4,9	0,7	

Геологические подразделения в составе ГК и ГПК	Горные породы в составе ГК, ГПК	Объём выборки (пр.)	B	Ba	Be	Co	Cr	Cu	Ga	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Sn	Ti	V	Y	Zn	Zr	
			С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}
Большепорожский комплекс D₆																							
Сизинский массив	Гранодиориты	19	0,5	11	0,2	0,8	4,2	1,8	0,6	0,5	46	0,2	0,4	1,8	100	1,1	0,1	160	7,5	0,5	12	6,3	
Кантегирский массив Зальцман, 1983	Тоналиты (плагииграниты)	14	1,0	12	–	0,6	2,6	3,9	–	1,0	60	0,1	–	2,5	90	1,6	0,3	200	6,0	–	8,4	7,5	
Карынсугская свита Озкр Зальцман, 1983	Песчаники и алевролиты	30	1,1	–	–	0,7	4,5	4,2	–	–	35	0,1	–	3,6	70	1,5	0,2	180	5,1	–	7,4	6,0	
Северо-Саянская СФЗ																							
Чеханская свита Є ₁ ch	Метапесчаники, сланцы	77	1,2	5,0	0,3	0,8	1,2	4,6	0,5	0,5	40	0,1	0,4	0,8	80	0,2	0,1	100	6,0	1,0	10	5,0	
Майнский комплекс р ₁ Є ₁ m ₂	Плагииграниты	22	2,0	10	0,1	0,2	6,0	1,5	0,8	2,0	40	0,2	1,0	0,4	50	0,3	0,2	180	3,0	3,0	3,0	10	
Верхнемонокская свита Є ₁ vm	Известняки	13	0,5	10	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,5	25	0,1	0,4	0,1	5,0	0,1	0,1	5,0	0,1	0,5	1,0	1,5	
Верхнемонокская свита Є ₁ vm	Песчаники, алевролиты, гравелиты	25	2,0	5,0	0,3	0,7	1,7	3,0	0,5	0,5	45	0,1	0,4	1,1	75	0,3	0,1	150	6,0	1,1	14	5,3	
Нижнемонокская свита Є ₁ pm	Метабазальты	30	0,5	5,0	0,3	1,0	1,4	3,0	0,4	0,5	50	0,1	0,4	1,0	50	0,2	0,1	130	4,2	1,2	14	5,0	
Центрально-Саянская СФЗ–Джебашско-Амыльская подзона																							
Буйбинская толща Є ₁ bb Зальцман, 1983	Метапесчаники и метаалевролиты, филлиты, метагравелиты	126	1,0	10	–	5,4	9,0	5,4	–	1,5	35	0,1	–	2,5	90	1,4	0,3	300	7,8	–	7,8	7,4	
Амыльская свита V–Є ₁ am	Сланцы	126	1,0	10	–	5,4	9,0	5,4	–	1,5	35	0,1	–	2,5	90	1,4	0,3	300	7,8	–	7,8	7,4	
Верхнеизербельская подсвита V ₁ z ₂	Сланцы	70	4,0	10	0,1	1,3	11	4,0	0,8	1,0	80	0,1	0,6	3,0	50	0,6	0,2	350	8,0	1,6	12	8,0	
Нижнеизербельская подсвита V ₁ z ₁	Мраморы	13	0,5	5,0	0,1	0,1	3,0	0,6	0,1	1,0	30	0,1	0,4	0,1	40	0,1	0,1	30	0,3	2,0	3,0	10	

Геологические подразделения в составе ГК и ГПК	Горные породы в составе ГК, ГПК	Объём выборки (пр.)	B	Ba	Be	Co	Cr	Cu	Ga	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Sn	Ti	V	Y	Zn	Zr	
			С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}	С _{ср}
Изыхский ОФП																							
Верхнеурунташская подтолща C_1tr_3	Известняки	30	0,5	30	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,5	5,0	0,1	0,4	0,4	10	0,1	0,1	5,0	0,1	0,5	1,0	1,5	
Среднеурунташская подтолща Vtr_2 Зальцман, 1983	Сланцы, метаба- зальты, метатуффи- ты, метаалевролити, метапесчаники, мраморизованные известняки	52	1,0	11	–	1,6	5,4	6,0	1,0	–	60	0,3	–	4,1	60	0,8	0,3	300	14	–	7,3	8,8	
Нижнеурунташская подтолща Vtr_1	Сланцы, метатуф- фиты	14	1,5	10	0,1	1,3	4,0	5,5	0,8	1,5	90	0,1	0,8	3,0	60	0,5	0,2	300	8,0	2,0	7,0	9,0	
Абдырская толща $\text{RF}_3?ab$	Сланцы	34	2,0	5,0	0,3	0,8	8,6	3,1	0,5	0,5	80	0,1	0,4	3,0	82	0,5	0,1	220	6,1	1,5	10	7,0	
Борусский габбро- гипербазитовый комплекс $\sigma, \nu \text{RF}_3?b$	Серпентиниты	37	5,3	5,0	2,0	7,4	120	1,3	0,1	0,5	180	0,1	0,4	130	5,0	0,1	0,1	5,0	0,8	1,6	13	4,0	

* Для составления таблицы «Среднее содержание...» были использованы геохимические данные предшественников (ГТС-50 – В. Д. Зальцман, 1983 г.) и результаты спектрального анализа коренных пород 2011–2012 гг. Центральной аналитической лаборатории ОАО «Красноярскгеолсъемка».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение. Шаталина Т. А.	3
Геологическая изученность. Шаталина Т. А.	6
Стратиграфия	15
Рифейская эонотема. Сосновская О. В.	15
Вендская система. Сосновская О. В.	21
Вендская система–кембрийская система. Сосновская О. В.	24
Кембрийская система. Сосновская О. В.	33
Ордовикская система. Сосновская О. В.	46
Девонская система. Шаталина Т. А.	47
Каменноугольная система. Шаталина Т. А.	58
Пермская система. Шаталина Т. А.	84
Четвертичная система. Шаталина Т. А.	86
Интрузивные образования. Александровский Ю. С., Шаталина Т. А.	99
Позднерифейские(?) интрузивные образования	99
Раннекембрийские интрузивные образования	105
Раннедевонские интрузивные образования	109
Тектоника. Александровский Ю. С., Шаталина Т. А.	120
История геологического развития. Шаталина Т. А.	127
Геоморфология. Шаталина Т. А.	130
Аккумулятивный рельеф	130
Структурный рельеф	132
Структурно-денудационный рельеф	133
Денудационный рельеф	134
Неотектоника. Шаталина Т. А.	136
История развития рельефа. Шаталина Т. А.	137
Полезные ископаемые. Минаков А. Н.	139
Горючие ископаемые	139
Металлические ископаемые	141
Неметаллические ископаемые	148
Строительные материалы	153
Соли, грязи лечебные	159
Подземные воды	159
Закономерности размещения полезных ископаемых, минерагеническое районирование и оценка перспектив района. Минаков А. Н.	160
Гидрогеология. Шаталина Т. А.	166
Эколого-геологическая обстановка. Шаталина Т. А.	176
Заключение. Шаталина Т. А.	181
Список литературы. Шаталина Т. А.	184

<i>Приложение 1.</i> Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте полезных ископаемых	187
<i>Приложение 2.</i> Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных отложений	189
<i>Приложение 3.</i> Список проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ), шлиховых ореолов (ШО), шлиховых потоков (ШП), первичных геохимических ореолов (ПГХО), вторичных геохимических ореолов (ВГХО) и потоков (ВГХП), показанных на карте полезных ископаемых	191
<i>Приложение 4.</i> Список проявлений полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных отложений	200
<i>Приложение 5.</i> Впервые выявленные или переоцененные по результатам работ прогнозируемые объекты полезных ископаемых и их прогнозных ресурсов	201
<i>Приложение 6.</i> Сводная таблица запасов и прогнозных ресурсов полезных ископаемых	202
<i>Приложение 7.</i> Список петротипов, опорных обнажений и скважин, показанных на геологической карте	204
<i>Приложение 8.</i> Список пунктов радиологических определений на Саяногорской площади, показанных на геологической карте	206
<i>Приложение 9.</i> Список пунктов радиологических определений на Саяногорской площади, показанных на карте четвертичных отложений	207
<i>Приложение 10.</i> Список опорных обнажений, буровых скважин, показанных на карте четвертичных отложений	208
<i>Приложение 11.</i> Каталог памятников природы	209
<i>Приложение 12.</i> Химический состав пород стратифицированных и интрузивных образований Саяногорской площади	210
<i>Приложение 13.</i> Среднее содержание элементов в осадочно-вулканогенных и интрузивных образованиях	220

Научное издание

Шаталина Татьяна Александровна
Сосновская Ольга Владимировна
Александровский Юрий Сергеевич
и др.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

масштаба 1 : 200 000

Издание второе

Серия Западно-Саянская
Лист N-46-XXVI (Саяногорск)
Объяснительная записка

Редактор, корректор *Е. А. Зотова*
Технический редактор *О. Е. Степурко*
Компьютерная верстка *Т. П. Рекант*

Подписано в печать 17.10.2019. Формат 60×90/8. Гарнитура Times New Roman.
Печать офсетная. Печ. л. 28,5. Уч.-изд. л. 28.
Заказ 41815500

Всероссийский научно-исследовательский геологический
институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ)
199106, Санкт-Петербург, Средний пр., 74
Тел. 328-90-90 (доб. 23-23, 24-24). E-mail: izdatel@vsegei.ru

Отпечатано на Картографической фабрике ВСЕГЕИ
199178. Санкт-Петербург, Средний пр., 72
Тел. 328-91-90, факс 321-81-53. E-mail: karta@vsegei.ru



9 785937 613363