

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КОМИТЕТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПО ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЧЕЛЯБИНСКГЕОСЪЕМКА»

ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
масштаба 1 : 200 000

Издание второе
Серия Южно-Уральская
Лист N-41-VIII (Челябинск)

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

УДК 550,8:528,94(084.3М200) (470.55)

Кузнецов Н. С., Савельев В. П., Пужаков Б. А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист N-41-VIII (Челябинск). Объяснительная записка. – М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2018. 116 с.

Охарактеризованы геологическое строение, металлогения, гидрогеология и эколого-геологическая обстановка территории. На площади широко развиты допалеозойские образования, представленные гнейсами, сланцами, вулканогенными и метаосадочными породами. Режимы формирования и металлогеническая специализация образований палеозоя и раннего мезозоя рассмотрены с позиции региона в обстановках континентального рифтогенеза. С раннего мела территория развивалась в платформенной обстановке. Складчатый фундамент в восточной половине площади перекрыт чехлом мезозойско-кайнозойских отложений. Площадь специализирована на нефть, уголь, медь, полиметаллы, золото и редкие металлы. Возможны месторождения платины и алмазов.

Табл. 2, илл. 4, список лит. 97 назв., прил. 22.

Составители

Кузнецов Н. С., Савельев В. П., Пужаков Б. А., Шох В. Д., Никольский В. Ю., Шулькина Н. Е., Коробова Н. И., Шулькин Е. П.

Редактор *Казак А. П.*

© Роснедра, 2018
© ФГУГП «Челябинскгеосъемка», 1998
© Коллектив авторов и редакторов, 1998
© Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 1998
© Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2018

ВВЕДЕНИЕ

В административном отношении площадь листа N-41-VIII расположена на территориях районов (Сосновского, Красноармейского, Еткульского, Увельского) и городов (Челябинска, Копейска, Коркино, Еманжелинска) Челябинской области.

Местность представляет собой лесостепную полого-всхолмленную (на западе – возвышенную, холмисто-увалистую) равнину с постепенным понижением абсолютных отметок к востоку с 250–315 до 180–225 м. Леса смешанные (береза, осина, сосна), занимающие до 30 % площади, представлены небольшими массивами, рощами и колками.

Речная сеть развита слабо. В северной части протекает река Миасс (ширина – 20–70 м, глубина – 0,7–1,3 м) с притоками: реки Биргильда, Бишбайтал и Зюзелга. Поймы рек и ручьев местами залесены, поросли кустарником, заболочены. Гидрографической особенностью является большое количество озер и болот. Площади озер – от 1 до 30 км², глубина – 1–5 м, редко до 10 м. Берега пологие, часто заросшие. Вода озер пресная, слабосоленоватая и соленая, непригодная для питья из-за органических примесей или высокой солености. На р. Миасс сооружено Шершневское водохранилище. Ниже его плотины река сильно загрязнена сбросами промышленных предприятий.

Климат континентальный. Годовое количество осадков около 400 мм; максимум их выпадает в июне–августе. Зима (ноябрь–март) малоснежная. Снежный покров устанавливается в начале–середине ноября (высота в разные годы от 20 до 60 см) и сходит в конце апреля. Весна и осень прохладные с преобладанием малооблачной погоды. Распутица длится в среднем 15–20 дней. Ветры преобладают юго-западные и западные.

Район экономически освоен. Здесь расположен г. Челябинск – центр Челябинской области, один из важных промышленных центров России. Через всю площадь листа с севера на юг протягивается Челябинский бурогоольный бассейн. В сельских районах развито растениеводство, молочное и мясное животноводство. Дорожная сеть разветвленная. Главные железные дороги электрифицированы. Основные населенные пункты и города соединены асфальтированными и щебеночными дорогами, села – грунтовыми, непроезжими в распутицу. Всю площадь с юга на север пересекает газопровод Бухара–Урал.

Население (русские, башкиры, татары, украинцы, немцы и др.) занято на предприятиях различных отраслей промышленности, в торговле и сельском хозяйстве. Территория населена неравномерно: из примерно 1 400 тыс. жителей около 1 300 тыс. проживают в городах Челябинске, Копейске, Коркино и Еманжелинске.

К городам приурочены эпицентры областей с напряженной эколого-геологической обстановкой. На загрязнение токсичными элементами земель, вод и донных осадков определяющее влияние оказывают техногенные выбросы и сбросы промышленных предприятий. Деятельность горнодобывающих предприятий уничтожает природные ландшафты. Медленное изменение ландшафтов продолжается и под влиянием неотектонических процессов. В западной половине площади широко проявлена эрозия земель.

В схеме традиционного районирования Урала площадь листа N-41-VIII расположена в зоне сочленения Восточно-Уральского прогиба и Зауральского поднятия. С позиции авторов площадь охватывает часть структур Челябинского континентального палеорифта. Район имеет многоярусное строение. Нижний структурный этаж, сложенный сильно дислоцированными метаморфическими образованиями, имеет очень сложное строение. Второй структурный этаж, сложенный магматическими и осадочными комплексами пород, образованными в обстановках континентального рифтогенеза с ордовика по триас включительно, на 60 % площади имеет очень сложное строение, на 40 % площади – сложное. Верхний структурный этаж, представленный почти горизонтально залегающими континентальными и морскими отложениями мезо-

зойско–кайнозойского возраста мощностью от первых метров в центре площади до 135–150 м в ее восточной части, имеет простое строение.

В западной части площади обнаженность неравномерная, преимущественно удовлетворительная и хорошая. Здесь встречаются плоско-скальные обнажения и элювиальные развалы пород фундамента, имеются карьеры по добыче нерудных полезных ископаемых. Обнаженность складчатого фундамента в восточной части площади плохая. Отдельные обнажения и фрагменты разрезов имеются здесь лишь в долине р. Миасс, а на остальной территории обнажаются только породы палеоген–неогенового возраста. Геологические разрезы здесь изучены в копушах, задирах, карьерах и керне скважин.

Площадь обеспечена материалами геофизических исследований разного масштаба и качества. Составленные сводные карты аномального магнитного поля (Z_a и ΔT_a) и схема гравитационного поля масштаба 1 : 200 000 имеют хорошее качество и высокую разрешающую способность на $\frac{2}{3}$ площади. На $\frac{1}{3}$ площади карты позволяют интерпретировать основные структуры района. Практически на всю площадь имеются аэрофотоматериалы масштабов 1 : 12 000–1 : 100 000. Степень дешифрируемости снимков низкая. Наиболее уверенно дешифрируются техногенные образования, элементы геоморфологического строения площади и фрагменты разрывных нарушений.

При составлении комплекта Госгеолкарт-200 использованы оригинальные данные, полученные при геологическом доизучении и геологической съемке масштаба 1 : 200 000 листа N-41-VIII в 1992–1998 гг., а также фактический материал большого количества проведенных здесь ранее геологосъемочных, поисковых, разведочных, гидрогеологических работ, тематических и научных исследований. В наиболее полном объеме использованы картографические материалы по геологическому строению Челябинского грабена [30] и геологического доизучения масштаба 1 : 50 000 юго-западной части площади [40].

Геологическая съемка масштаба 1 : 200 000 (1992–1998 гг.) выполнена в восточной части площади (2 944 км²). Маршруты сопровождалась проходкой копушей. При полевых работах по ГДП-200 листа N-41-VIII пройдены ревизионно-увязочные маршруты, проведено изучение опорных естественных и искусственных разрезов, выполнен небольшой объем колонкового бурения станками КГК-100, изучен керн скважин сторонних организаций, пройдены интерпретационные геофизические профили. На опорных обнажениях проведены разноплановые специализированные исследования с опробованием горных пород на различные виды анализов. В полевых работах и камеральной обработке материалов принимали участие более 30 человек. Основные исполнители: Е. П. Шулькин, Н. С. Кузнецов, В. П. Савельев, Б. А. Пужаков, В. Д. Шох, В. Ю. Никольский, В. К. Булатов, Н. А. Елькин, А. П. Проценко.

Результаты работ неоднократно обсуждались с А. М. Мареичевым. Исполнители консультировались по различным вопросам с Б. К. Львовым, М. С. Рапопортом, В. В. Стефановским, Г. П. Кузнецовым, С. А. Беляковым.

Лабораторные исследования выполнялись в Ново-Синеглазовской комплексной лаборатории (химический и спектральный анализы), в испытательном центре «ЦЛАВ» ГЕОХИ РАН (нейтронно-активационный анализ), институте проблем сверхпластичных металлов г. Уфы (микрондвовые исследования). Исследования цирконов проведены А. А. Краснобаевым (ИГГ УрО РАН), им же проведено определение абсолютного возраста цирконов (U-Pb метод) и горных пород (K-Ar метод). Литолого-минералогические исследования проведены Т. К. Рублевой (ФГУГП «Челябинскгеосъемка»), А. П. Казаком и Б. К. Львовым. Во ВСЕГЕИ проведено изучение лампроитов (Л. И. Лукьянова и др.). Петрографические исследования выполнены Е. П. Шулькиным, Б. А. Пужаковым, В. П. Савельевым. Палеонтологические исследования выполнены М. В. Шурыгиной, В. С. Милициной, Т. Н. Степановой, Ф. Я. Янет, Н. А. Кучевой, Н. М. Брейвель (АО «УГСЭ») и О. В. Богоявленской (УГГГА).

В подготовке текста и картографических материалов к печати участвовали Н. С. Кузнецов, В. П. Савельев, Б. А. Пужаков, В. Д. Шох, Е. П. Шулькин, В. Ю. Никольский, Н. Е. Шулькина, Н. И. Коробова, Л. П. Кузнецова, В. В. Волкова, М. Я. Кирпищикова, Н. Т. Юрецкая, А. Е. Петров, А. Г. Сырцев.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Систематические геологические исследования района начались во второй половине XIX столетия, после обнаружения И. И. Редикорцевым в 1832 году бурых углей на реке Миасс и начала «золотой лихорадки», когда с 1853 по 1918 год в окрестностях г. Челябинска на 89 приисках добывалось золото. В этот период в общих чертах была установлена стратиграфия триасовых и палеогеновых отложений (А. П. Карпинский, Н. К. Высоцкий, Л. С. Либрович и др.), изучалось строение Челябинского плутона (И. С. Смирнов, И. М. Крашенинников) и золоторудных месторождений (Н. К. Высоцкий, А. В. Кузнецов, Н. И. Кураев, И. И. Чупилин и др.).

С тех пор на площади выполнено более 800 работ, посвященных различным аспектам ее строения и металлогении. История изучения геологии района рассмотрена в ряде работ [22, 54, 55, 65, 69], поэтому остановимся только на ключевых исследованиях.

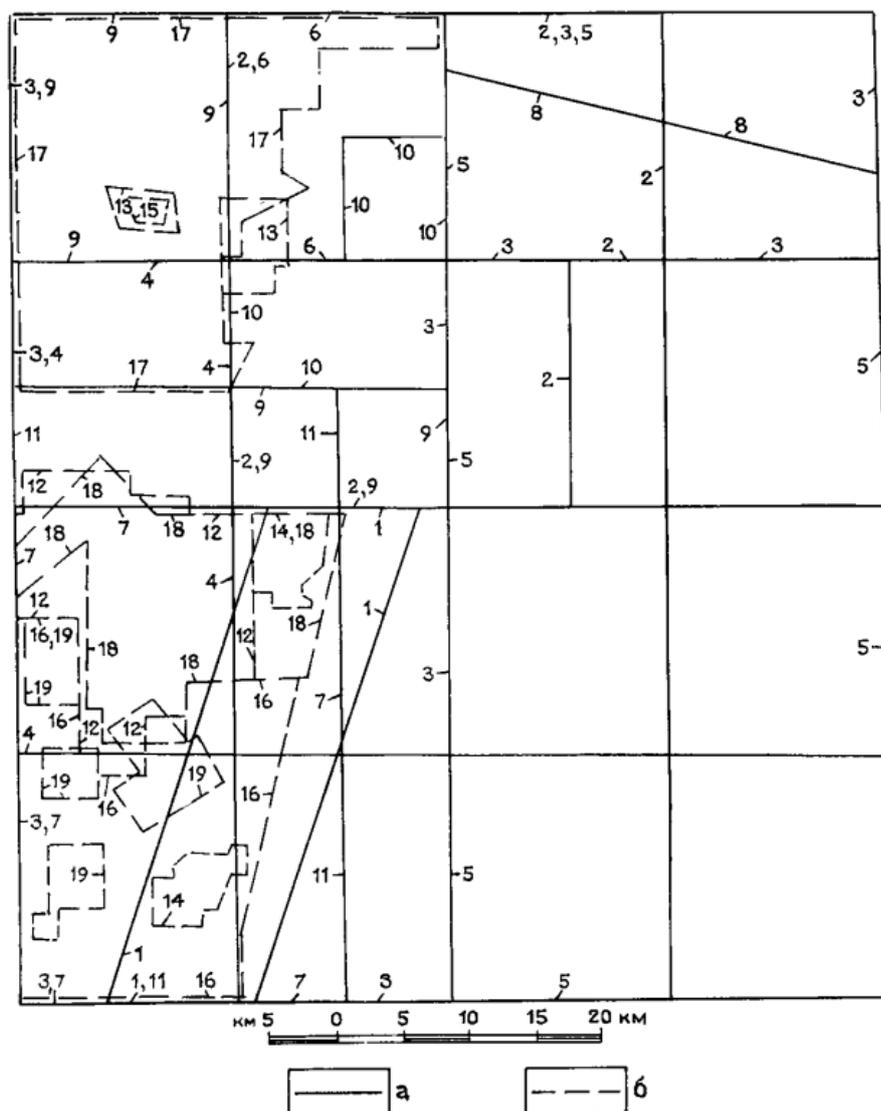
В 1932–1933 гг. проведены первые геологические съемки масштаба 1 : 50 000 (ГС-50) Е. А. Соколовой (рис. 1) к самым древним образованиям были отнесены эффузивы силурийского возраста на основании наблюдавшихся в районе с. Шеино (пос. Первомайский) их взаимоотношений с известняками с фауной позднего силура–раннего девона. Это служило основой всех последующих стратиграфических построений на площади. С. В. Дмитриевым основное внимание было уделено петрографии гранитоидов. Вдоль восточного контакта Челябинского плутона им установлен разлом.

Геологические съемки возобновятся в 1950-х годах, а с конца 1920-х годов интенсивное развитие получили поиски месторождений нерудных полезных ископаемых, продолжающиеся по настоящее время. Сведения по ним неоднократно обобщались (Кривцов, 1936; Серов, 1970). В эти же годы возобновились геологоразведочные работы в Челябинском бурогольном бассейне. Большое внимание уделялось стратификации угленосных отложений. За это время разработано более 15 стратиграфических схем. С 1939 года и до начала 1950-х годов согласно схеме Г. Ф. Крашенинникова все продуктивные отложения относились к коркинской свите, а безугольные – к чумлякской. В 1937 году С. В. Горюновым на составленной им геологической карте бассейна масштаба 1 : 200 000 в районе р. Миасс показано надвигание палеозойских пород на угленосные отложения, которое подтверждено бурением в 1956–1958 гг.

С началом применения геофизических методов исследований для решения геологических задач с 1932 по 1946 год (рис. 2) методами гравirazведки и электроразведки успешно решались задачи сначала по оконтуриванию угленосных площадей в Челябинском грабене, а затем по поиску депрессий к востоку от него. Было установлено асимметричное строение грабена, уменьшение мощности триасовых отложений в южном направлении. Глубина Челябинского грабена у пос. Ключи была определена в 1,5 км, в районе р. Миасс – в 3,5 км. С тех пор (1940 г.) оценка глубин грабена не менялась до самого последнего времени. Поисковые работы по проверке «восточных депрессий», проводившиеся с 1946 по 1959 год [59], не привели к открытию месторождений, но позволили получить для этой части площади богатую информацию о составе и мощности мезозойско–кайнозойских отложений и составе пород фундамента.

В 1948 г. в районе впервые проведена аэромагнитная съемка масштаба 1 : 100 000 (П. А. Кукин), а в 1950–1952 гг. вся площадь была покрыта наземной съемкой того же масштаба с детализацией в масштабе 1 : 25 000 (рис. 2). На значительной части восточной половины листа эта съемка осталась единственной.

В 1952 году Н. Ф. Мамаевым по результатам геологосъемочных работ составлена карта масштаба 1 : 200 000 на западную половину площади и полосу вдоль р. Миасс. Для западной зоны проведено литолого-петрографическое описание толщ силура, девона и карбона, а для восточной – интенсивно метаморфизованных кварцитосланцев, условно датированных ордовиком. В составе Челябинского плутона выделено две фазы: ранняя – гранодиоритовая, поздняя – гранитная. Приведены сведения о проявлении меди у пос. Витаминного.



а-геологическая съёмка, б-литохимическая съёмка
 1-Соколова Е.А., 1932 (1:50000); 2-Дмитриев С.В., 1933 (1:50000);
 3-Мамаев Н.Ф., 1952 (1:200000); 4-Черменинов Б.А., 1953 (1:50000);
 Сигов А.П., 1957 (1:500000); 5-Афанасьев Ю.Н., 1961, (1:200000); 6-Молчанов А.С., 1962 (1:50000); 7-Ромашова Л.Н., 1963 (1:50000); 8-Туманов А.Е., 1963 (1:200000); 9-Молчанов А.С., 1964 (1:50000); 10-Молчанов А.С., 1966 (1:25000); 11-Кузнецов Н.С., 1995 (1:50000); 12-Бадалян С.В., 1959-61 (1:25000); 13-Молчанов А.С., 1962-63 (1:50000); 14-Ромашова Л.Н., 1963 (1:25000); 15-Потехина Т.Н., 1966 (1:10000); 16-Проценко А.П., 1988 (1:50000); 17-Бобков М.Ф., 1991 (1:50000); 18-Егоров А.Н., 1992 (1:25000); 19-Кузнецов Н.С., 1995 (1:10000)

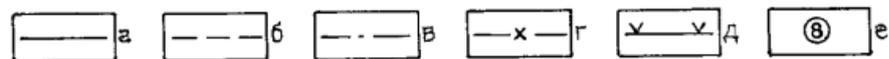
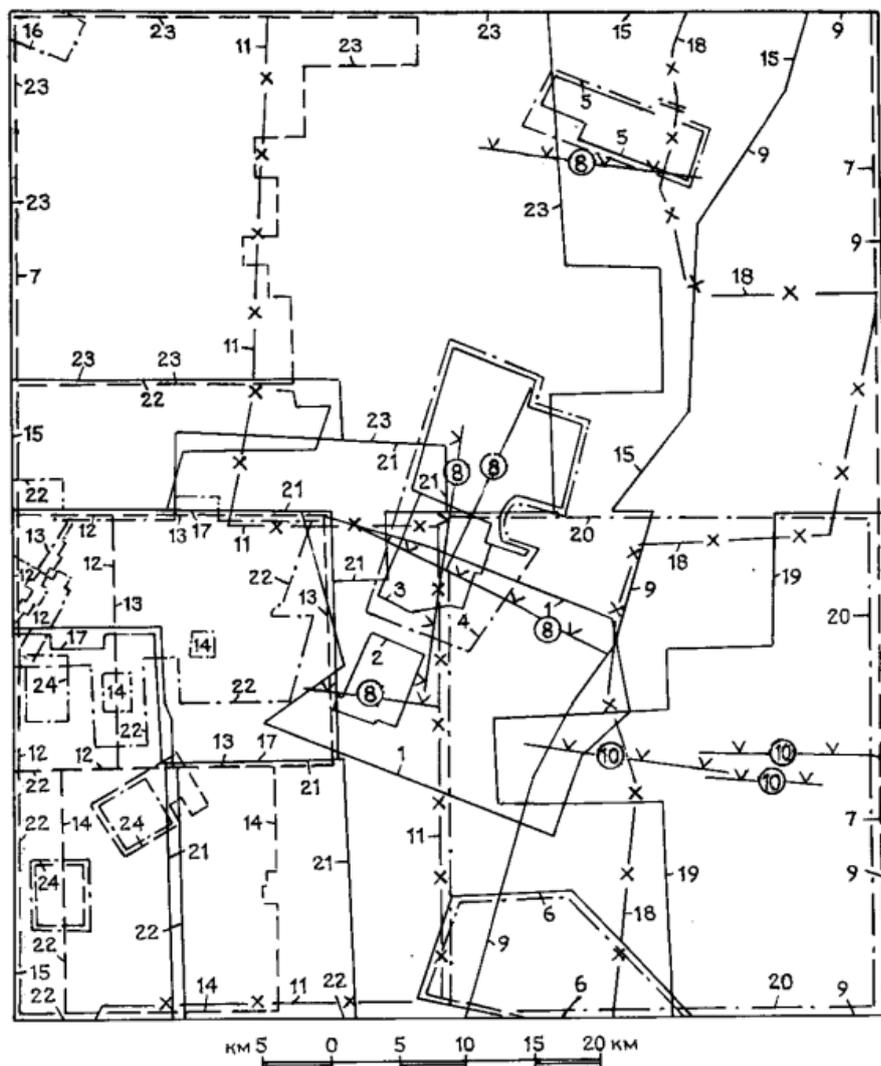
Рис. 1. Схема геологосъёмочной и геохимической изученности.

В 1953 году завершена геологическая съёмка масштаба 1 : 50 000 листов N-41-27-B, N-41-39-A. Достоинством работы является палеонтологическое обоснование возраста осадочных образований [88].

С 1953 года началось геологическое картирование масштаба 1 : 500 000 восточного склона Урала под руководством А. П. Сигова. Многолетние исследования [75, 76, 77, 78] дали богатейший материал, позволивший расчленить покровные отложения на толщи и свиты от нижнего мела до современных.

В 1951 году Н. К. Жуковым была подана заявка об обнаружении признаков нефти в нижне-мезозойских угленосных отложениях, что послужило основанием для постановки «Тюмень-нефтегеологией» поисковых работ в пределах бурогоугольного бассейна [56]. Поиски сопровождались проходкой скважин глубиной до 2 500 м, по которым был получен важный материал о геологическом строении Челябинского грабена. В 1955 году поиски были прекращены из-за отсутствия промышленных скоплений нефти. Многие исследователи прекращение работ счита-

ли преждевременным [37, 57, 83].



а - Гравиразведка; б - Магниторазведка; в - Электроразведка; г - Аэромагниторазведка; д - Сейсморазведка; е - Профильные работы

1 - Меньшиков П.Н., 1932 (1:25 000); 2 - Меньшиков П.Н., 1933; 3 - Меньшиков П.Н., 1940 (1:25 000); 4 - Итесъ В.В., 1941 (1:20 000); 5 - Кузнецов В.В., 1942; 6 - Краль Е.М., 1946; 7 - Бельтенева Е.Б., 1950 (1:100 000); 8 - Гришанова Л.П., 1954; 9 - Канюкова Л.Н., 1954; 10 - Рябченко Ф.М., 1957; 11 - Борякин В.В., 1959 (1:50 000); 12 - Бадалян С.В., 1959 (1:25 000); 13 - Юфимов В.Ф., 1960 (1:25 000); 14 - Бадалян С.В., 1961 (1:25 000); 15 - Целовальников М.Н., 1961 (1:200 000); 16 - Поплавская Н.Л., 1965; 17 - Юсупов Н.А., 1977 (1:25 000); 18 - Чурсин А.В., 1978 (1:50 000, 1:25 000); 19 - Юсупов Н.А., 1978 (1:25 000); 20 - Сергеев П.Ф., 1980; 21 - Проценко А.П., 1981 (1:25 000); 22 - Проценко А.П., 1988 (1:50 000, 1:25 000); 23 - Бобков М.Ф., 1991 (1:25 000); 24 - Кузнецов Н.С., 1995 (1:10 000)

Рис. 2. Схема геофизической изученности.

В 1956–1959 гг. обобщены результаты многолетних исследований буроугольного бассейна, составлена геологическая карта масштаба 1 : 200 000 на большую его часть. Были систематизированы данные по тектонике, составлена стратиграфическая схема раннемезозойских образований [22]. В 1963–1965 гг. эта схема доработана В. Д. Бояковой [22] и к настоящему времени осталась практически без изменений.

В 1954–1962 гг. вся площадь была покрыта гравиметрическими съемками масштаба 1 : 200 000 (рис. 2), позволившими получить представление о глубинном строении территории.

На их основе позднее (1970 г.) составлена Государственная гравиметрическая карта.

В 1957 году Л. В. Кашигиным начаты поиски золоторудных месторождений в юго-западной части площади. Вновь обследуются старые рудники, ревизионные работы на которых без особого успеха проводились в 1932–1950 годах [35]. В результате перспективными на золото выделены прииск Удачный и район с. Витаминного. На участке от с. Томинского до с. Шумаки установлена зона гидротермально измененных пород. Эти работы определили направление дальнейших исследований. В 1957–1963 годах под руководством Л. Н. Ромашовой проводится ГС-50 этой части площади. В 1958 году начаты поиски золота в районе с. Витаминного, переориентированные впоследствии на поиски меди [31, 32]. В эти же годы в помощь геологическому картированию и с целью поисков месторождений золота и меди проводятся площадные геофизические работы масштаба 1 : 10 000–1 : 25 000 и первые металлотрические съемки (рис. 1, 2). Комплексность работ обеспечила относительно высокую эффективность геолого-геофизических исследований. В результате была составлена качественная геологическая основа масштаба 1 : 50 000, открыто Биргильдинское медно-порфировое месторождение, установлены многочисленные геохимические и геофизические аномалии, фиксирующие обширные области рудно-метасоматической проработки пород. Для структурно-тектонических построений большое значение имели карты аномального магнитного поля масштаба 1 : 25 000. Исполнителями ГС-50 разработана стратиграфическая схема района. Ниже известняков с фауной лудлова было выделено две свиты силурийского (вслед за Е. А. Соколовой и Н. Ф. Мамаевым) возраста – мичуринская, существенно андезитовидная, венлокского возраста и томинская – существенно базальтоидная, лландовери–венлокского возраста.

В 1959–1963 гг. при региональных работах по Курганскому профилю серией скважин вскрыт восточный контакт Челябинского плутона с базальтами, интерпретированный интрузивным. Был изучен разрез по р. Миасс. Толща парагнейсов в районе с. Миасского датирована ордовиком по абсолютному возрасту пород (K-Ar) в 444 млн лет [84].

В 1961–1966 гг. значительная часть плутона закартирована в масштабе 1 : 50 000 [53, 54, 55]. Плутон был расчленен на восемь интрузивных массивов различного состава – от габбропироксенитов до редкометалльных гранитов. На территории г. Челябинска впервые откартирована толща гнейсов. В северной части установлено надвигание вмещающих пород на гранитоиды (Есаульский надвиг). При всестороннем изучении минералогии магматических образований Б. К. Львовым в 1961 году сделан вывод о гибридном происхождении кварцевых диоритов и гранодиоритов за счет контаминации плагиогранитной магмы [47].

В 1963 году завершена гидрогеологическая съемка масштаба 1 : 200 000. Авторами [85] обобщены результаты всех предыдущих гидрогеологических работ. Водоносные горизонты охарактеризованы по стратиграфическому принципу. Выделены ареалы различной водообильности горных пород.

В этот же год закончено составление карты четвертичных отложений масштаба 1 : 500 000 [46].

В 1966 году под руководством И. Д. Соболева были составлены карты Урала дочетвертичных отложений и досреднеюрских образований масштаба 1 : 200 000, которые долгие годы служили основой для геологоразведочных исследований.

В 1970 году впервые выполнено дешифрирование аэроснимков при составлении прогнозной карты по золоту [58], с выделением фрагментов разломов, полей развития жильных тел.

В 1972–1979 гг. под руководством И. З. Шуба проведены поисково-геоморфологические исследования района в масштабе 1 : 100 000 [92, 93]. Уточнена стратиграфия мезозойско–кайнозойских образований, оценена металлоносность рыхлых отложений, установлены признаки золото- и платиноносных россыпей.

С 1975 года, вслед за тематическими работами (Г. К. Петров и др., 1975), возобновляются геофизические и геологические работы с целью поисков магнетитового оруденения. По их результатам впервые были составлены гравиметрические карты масштаба 1 : 25 000, дающие богатейшую информацию о геологическом строении территории [65, 96, 97]. В самой восточной части площади выполнена аэромагнитная съемка масштаба 1 : 25 000 [90], отличающаяся хорошим качеством. Оруденения, представляющего промышленный интерес, поисковыми работами не выявлено [60, 61], но получены представительные материалы о глубинном строении территории, т. к. перспективные аномалии проверялись колонковыми скважинами глубиной до 1 000 м. Последние скважины с этой целью были пройдены в 1990 году [41].

В 1981 году М. С. Рапопортом, Г. Б. Ферштатером и др. при участии Б. К. Львова закончен фундаментальный труд по составлению карт гранитоидных формаций масштаба 1 : 200 000. Авторами [68] детально рассмотрено строение Челябинского плутона, обосновано кардинальное отличие глубинного строения Магнитогорской и Восточно-Уральской зон Урала, которые

ранее сопоставлялись почти напрямую.

В 1982 году А. Н. Захарьевичем составлены геологическая и структурно-тектоническая карты Челябинского бурогоугольного бассейна масштаба 1 : 50 000. В работе [30] подробно обосновываются тектоно-седиментационные циклы раннего мезозоя, детально рассмотрена тектоника бассейна.

В 1983 году на площади выполнено геоиндикационное дешифрирование масштаба 1 : 200 000. По заключению авторов литологические комплексы пород на снимках дешифрируются слабо [45].

При составлении в 1983–1985 гг. прогнозных карт на медные руды было рекомендовано геологическое доизучение юго-западной части площади. При этом наибольшие перспективы связывались с медно-порфировым оруденением Томинской зоны [18]. В 1985–1988 гг. при опережающих геофизических работах гравиметрической и магнитной съемками покрываются незаснятые участки, проводятся электроразведочные работы методом ВП-СГ и металлометрическая съемка [64]. По результатам работ составлен комплект карт, произведена оценка перспектив площади на поиски месторождений рудных полезных ископаемых. Почти параллельно с начавшимся в 1988 году геологическим доизучением масштаба 1 : 50 000 (ГДП-50) проведены глубинные литогеохимические поиски (1985–1992 гг.). Поисковыми работами выявлены геохимические ореолы молибденит-халькопиритовой, полиметаллической и редкоземельной минерализации [28]. Заверочным бурением вскрыты медные руды Томинского месторождения, Южно-Биргильдинского и Калиновского рудопроявлений.

ГДП-50 проведено в 1988–1995 гг. на площади 1 116 км². В результате получены принципиально новые данные по стратиграфии, магматизму, тектонике и металлогении площади. Открыто месторождение золото-порфирового типа (Березняковское) и рудопроявление полиметаллов (Биксизак) [40].

В эти же годы (1988–1991 гг.) геофизические работы с целью создания основы для ГДП-50 проводятся в северо-западной части площади [20]. С их завершением вся западная половина листа N-41-VIII оказалась покрытой высокоточными гравиметрическими съемками масштабов 1 : 25 000–1 : 50 000 и магнитными съемками масштаба 1 : 25 000. На этой части площади, наиболее обнаженной, проведены геологические съемки масштаба 1 : 50 000, на площади 1 116 км² проведено геологическое доизучение масштаба 1 : 50 000. В восточной части территории площади проводились геологосъемочные работы только 1 : 200 000–1 : 500 000 масштабов и поиски месторождений различных видов полезных ископаемых, сопровождавшиеся бурением глубоких скважин.

В 1993 г. В. В. Стефановским в пределах площади описаны стратотипы четвертичных отложений [81].

Эколого-геологические исследования территории начаты в 1991 году и направлены на оценку устойчивости элементов литосферы, ландшафтов и водных объектов к антропогенным нагрузкам, на оценку загрязнения природной среды. Вся площадь изучена в масштабе 1 : 500 000 [44], территория Челябинского промышленного узла – в масштабе 1 : 25 000–1 : 50 000 [20, 36].

СТРАТИГРАФИЯ

На площади листа развиты осадочные, вулканогенные, магматические и метаморфические образования широкого возрастного диапазона, слагающие три структурно-формационные зоны (СФЗ): с запада на восток – Кочкарско-Адамовскую, Копейскую и Нижнесанарско-Текельдытаускую. Все СФЗ являются структурами Челябинского континентального палеорифта: восточная подзона Кочкарско-Адамовской зоны составляет его западный фланг, а Копейская и Нижнесанарско-Текельдытауская – осевую зону.

Низы разреза сложены раннепротерозойскими метаморфическими породами, развитыми во всех СФЗ и представляющими собой фрагменты единого гетерогенного кристаллического основания. Чехлом древнего фундамента являются метаосадочные и метавулканогенные образования ранне- и среднерифейского возраста. Палеозойский разрез сложен вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными образованиями, формирование которых происходило в обстановках континентального рифтогенеза. В полном объеме они представлены в Кочкарско-Адамовской СФЗ, а в восточных зонах образования среднего ордовика до раннего карбона выпадают из разреза. Низы мезозойско-кайнозойского разреза, представленные вулканогенными и осадочными образованиями триаса и ранней юры, напротив, развиты только в двух восточных зонах.

Платформенный чехол, сложенный континентальными и морскими осадками меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем, наибольшую мощность имеет в восточной части района.

НИЖНЕПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭНОТЕМА

Раннепротерозойские образования представлены гнейсами харлушинской и городской толщ, кристаллосланцами дубровской толщи в Челябинском поднятии, а в Санарском поднятии – метаморфическими образованиями ильиновского комплекса.

Харлушинская толща (PR₁?hr) установлена в западной части Челябинского плутона. Выделена впервые. Сложена мезо-меланократовыми гранатсодержащими амфиболовыми, биотит-амфиболовыми и лейкократовыми амфибол-кварц-полевошпатовыми гнейсами с прослоями биотитовых гнейсов и амфиболитов. Породы часто катаклазированы и милонитизированы, что обусловлено широким развитием сдвиговых и надвиговых дислокаций. Нижняя и верхняя границы толщи не установлены. Метаморфиты изучены в обнажениях, разрезах скважин и карьерах. Нижняя часть разреза толщи представлена лейкократовыми и мезо-меланократовыми гнейсами, верхняя – существенно лейкократовая. В опорном разрезе (обн. 1544), в средней части северной стенки карьера на расстоянии 135 м наблюдается переслаивание лейкократовых и мезо-меланократовых гнейсов, с постепенными переходами одних в другие. В восточной и западной частях разреза преобладают лейкократовые разности пород с послойным развитием мигматитов. Полосчатость пологая, с азимутами падения 245–325° под углами 12–21°. По полосчатости развиты надвиговые дислокации. Мощность толщи оценивается в 1 300 м.

Структуры пород гранобластовые и немагнетитовые, текстуры гнейсовидные. В лейкократовых гнейсах кварц и полевой шпат составляют 70–85 %, в меланократовых – 30–50 %. Темноцветы, представленные амфиболом (сине-зеленая роговая обманка) и, реже – тонкочешуйчатым буро-коричневым биотитом, содержатся соответственно в количествах 3–15 и 3–10 % в лейкократовых гнейсах, 30–70 и 0–20 % – в меланократовых разностях пород. Иногда в породах присутствуют эпидот и хлорит. Акцессорные минералы представлены гранатом (5–7 %), цирконом, апатитом, сфеном, рутилом, кианитом; рудные – магнетитом, реже – пиритом и ильменитом. По магнитным свойствам резко выделяются лейкократовые гнейсы ($\chi_{\text{ср.}}=480 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ), которые фиксируются полосовыми положительными магнитными

аномалиями. Меланократовые гнейсы практически не магнитны ($\chi_{\text{ср.}}=44 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ), но обладают повышенной плотностью ($\sigma_{\text{ср.}}=2,83 \cdot 10^{-3}$ кг/м³) и фиксируются повышением силы тяжести. По плотности лейкократовые гнейсы ($\sigma_{\text{ср.}}=2,70 \cdot 10^{-3}$ кг/м³) мало отличаются от окружающих их гранитоидов. Мезо-меланократовые породы имеют радиоактивность 3–4 мкР/ч, лейкократовые – 12 мкР/ч. Петрохимический состав пород толщи, их геохимические характеристики приведены в приложениях 12, 13, 14. Образования толщи изменены на уровне амфиболитовой фации метаморфизма. Гнейсы на диаграмме А. А. Предовского соответствуют породам основного и ультраосновного состава и щелочным магматитам.

Возраст харлушинской толщи принят условно раннепротерозойским на основании сопоставления петрогеохимических характеристик и литологического состава пород с породами городской толщи и ильиновского комплекса, возраст которых определен по радиологическим данным.

Городская толща (PR₁?gr) картируется на территории г. Челябинска. Сложена биотитовыми и амфибол-биотитовыми гнейсами с прослоями плагиогнейсов, слюдистых кварцитов, биотит-амфиболовых гнейсов и амфиболитов. Стратиграфические границы не установлены. По гнейсам формируются мигматиты и диоритогнейсы смолинского комплекса. Останцы гнейсового субстрата широко развиты среди образований смолинского комплекса. В составе толщи преобладают мезократовые кварц-полевошпат-биотитовые и кварц-полевошпат-амфибол-биотитовые гнейсы (85–90 %). Остальные разновидности пород распространены незначительно. Геологические разрезы изучены в горных выработках и скважинах. Гнейсовидность пород, осложненная мелкой изоклиальной складчатостью, в целом ориентирована в северо-западном направлении с падением на северо-восток под углом 45–55°. Мощность толщи по геологическим построениям 1 500 м.

Структуры гнейсов бластические. Темноцветы представлены биотитом (до 40 %) и амфиболом (3–5 %) – буро-зеленой роговой обманкой, локализованной в маломощных (1,5–2,0 м) прослойках. Кварц-полевошпатовый агрегат мелко- и тонкозернистый; зерна неправильной формы. В прослоях биотит-амфиболовых гнейсов преобладает зеленая роговая обманка (до 50 %). Слюдистые кварциты имеют гранобластовую, мелкозернистую структуру и грубосланцеватую, мозаичную текстуру; слюды – биотит и мусковит (5–10 %). Акцессорные минералы в породах: циркон, апатит, сфен, рутил; рудные минералы: магнетит и пирит. По плотности ($\sigma_{\text{ср.}}=2,71 \cdot 10^{-3}$ кг/м³) породы толщи мало отличаются от окружающих образований, поэтому в поле силы тяжести не выделяются. Породы практически немагнитны.

Гнейсы изменены на уровне амфиболитовой фации метаморфизма. В восточной части площади их развития гнейсы прорваны гранитами ольховского и кремёнкульского комплексов и послонно гранитизированы. Первичная природа образований толщи осадочно-вулканогенная (реконструкция составов по А. А. Предовскому).

Возраст городской толщи определен уран-свинцовым методом по цирконам и составляет $1\,928 \pm 146$ млн лет. Цирконы диагностированы А. А. Краснобаевым как новообразованные при формировании гнейсов. На этом основании возраст толщи принят раннепротерозойским.

Дубровская толща (PR₁?db) установлена к юго-востоку от г. Челябинска в узком тектоническом блоке. Образования толщи вскрыты также скважинами в 6–7 км северо-западнее пос. Тимофеевки под залегающими на них с угловым несогласием терригенно-карбонатными породами раннекаменноугольного возраста. Впервые выделена при ГДП-50 [40]. Представлена биотит-кварц-полевошпатовыми кристаллическими сланцами с прослоями кварцитов и биотитовых парагнейсов. Последние отличаются от кристаллосланцев только более выраженной гнейсовидной текстурой. Кристаллические сланцы имеют серый цвет, часто тонкополосчатые. Полосчатость, осложненная мелкой изоклиальной складчатостью и ориентированная под углами 5–20° к оси зерна, обусловлена струйчатым развитием биотита. Редкие прослои кварцитов имеют мощность 1–4 см. Породы часто катаклазированы и милонитизированы. Однообразие разреза нарушается серией послонных и секущих инъекций гранитов ольховского комплекса. Мощность дубровской толщи оценивается в 800–1 200 м.

Кристаллические сланцы сложены плагиоклазом, кварцем и биотитом. В небольшом объеме присутствуют вторичные минералы – мусковит, калиевый полевой шпат, хлорит и эпидот. Плагиоклаз, представленный преимущественно олигоклазом неправильной и таблитчатой формы (до 0,5 мм), составляет основную массу породы. Кварц (до 20 %) присутствует в виде тонко-мелкозернистого агрегата. Биотит (5–30 %), обычно тонкочешуйчатый, ярко-коричневого и оранжевого цветов, присутствует в основной массе и в виде прослоек. Калиевый полевой шпат представлен микроклином таблитчатой формы (2–3 мм) – до порфиробластического (10–12 мм). В шлифах отмечены редкие включения карбоната (анкерит). В объеме до 5 % присутствует гранат. Породы практически не магнитны, но на фоне положительного магнитного поля,

обусловленного не выходящими на поверхность серпентинитами, не выделяются. От окружающих образований кристаллические сланцы отличаются пониженной плотностью ($\sigma_{\text{ср.}}=2,65 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) и в поле силы тяжести фиксируются локальной отрицательной аномалией. Радиоактивность пород – 24–28 мкР/ч.

Кристаллические сланцы изменены на уровне амфиболитовой фации метаморфизма. Первичная природа их, вероятно, осадочная (на диаграмме А. А. Предовского их составы попадают в область субграувакковых метаосадочных пород).

По литологическому составу, петрохимическим и геохимическим характеристикам (прил. 12, 13, 15) образования дубровской толщи близки метаморфическим породам городской толщи и ильиновского комплекса, поэтому они условно датированы ранним протерозоем.

Ильиновский комплекс ($PR_1?/l$), представленный биотитовыми парагнейсами и диафторитами по ним с прослоями кварцитов, амфиболитов и кальцифиров, прослеживается в восточной части площади с юга на север – от с. Еткуль до северной рамки листа. В виде небольших фрагментов породы комплекса установлены вблизи восточного борта Челябинского грабена. Диафторированные гнейсы и парагнейсы серого и темно-серого цвета, имеют идентичный вещественный состав и отличаются содержаниями кварца и текстурой пород.

Текстуры диафторитов при постепенных переходах в парагнейсы меняются с массивных на гнейсовые. Редкие прослои амфиболитов имеют мощность 5–10 м. Светло-серые кварциты присутствуют в виде линзовидных прослоев длиной не более 3 м при мощности 0,5–8 см. Очень редки прослои кальцифиров мощностью до 1,4 м. Породы комплекса со стратиграфическим и угловым несогласием перекрыты образованиями рифея, ордовика и раннего карбона.

Опорный разрез комплекса представлен в долине р. Миасс от с. Ильино до с. Миасского (обн. 2). В целом породы имеют моноклинальное залегание (азимут падения $210\text{--}260^\circ$, угол $20\text{--}50^\circ$), осложненное изоклинальной складчатостью высоких порядков. Наиболее интенсивно пликативная тектоника проявлена в западной части разреза. В низах опорного разреза преобладают биотитовые парагнейсы и в меньшей степени – диафториты по ним (30–35 %). В средней части разреза эти породы представлены в равных объемах и здесь появляются линзы кварцитов. В верхней части разреза преобладают диафторированные парагнейсы с прослоями кварцитов и амфиболитов. Мощность образований ильиновского комплекса составляет 4 000–4 500 м.

Парагнейсы и диафториты сложены ксеноморфным кварцем, плагиоклазом (альбит, олигоклаз, андезин) и мелко-среднечешуйчатым оранжевым железистым биотитом (10–45 %). Биотит часто образует ориентированные слойки мощностью 2–3 мм. Акцессорные минералы: гранат, сфен, карбонат, апатит, циркон; рудные минералы: пирит, сфалерит, галенит, молибденит, редко магнетит; вторичные минералы: мусковит, хлорит. Структуры пород гранобластовые, реже – лепидогранобластовые. Кварциты имеют гранобластовую структуру и массивную текстуру. Амфиболиты имеют гранонематобластовую структуру. Амфибол (50–70 %) представлен зеленой роговой обманкой. Лейкосомы сложены мелко-тонкозернистым кварц-полевошпатовым материалом. В кальцифирах структура гранобластовая. Карбонат (50–60 %) представлен кальцитом, анкеритом. До 30 % объема представлено пироксеном. Средняя плотность образований комплекса – $2,73 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, породы немагнитны. Ни в поле силы тяжести, ни в магнитном поле образования комплекса не картируются.

Породы изменены на уровне амфиболитовой фации метаморфизма. На отдельных участках проявлены процессы метасоматоза с развитием минерализации пирита, халькопирита, борнита. В этих зонах отмечаются повышенные содержания золота, вольфрама, бериллия.

Возраст образований ильиновского комплекса определен уран-свинцовым методом по цирконам и составляет $2\,054 \pm 35$ млн лет. На этом основании комплекс датирован ранним протерозоем.

ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭОНОТЕМА

НИЖНЕРИФЕЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Раннерифейские образования развиты в Кочкарской (самарская толща) и Текельдытауской (каясанская и леснинская толщи) зонах.

Самарская толща ($RF_1?sm$) установлена севернее с. Бухарино на северо-западе площади в аллохтонном блоке. Сложена филлитами и филлитовидными сланцами с прослоями метапесчаников, метаалевролитов и метабазальтов. Породы обнажены в долине р. Зюзелги и вскрыты скважинами. Контакты с ниже- и вышележащими образованиями тектонические. Разрез толщи детально изучен западнее листа N-41-VIII [40].

Филлиты и филлитовидные сланцы состоят из хлорита и серицита (25–50 %) и тонкого глинисто-полевошпатового материала (25–65 %). Иногда присутствуют тонкозернистый эпидот и железисто-магнезиальный карбонат. Тонкая полосчатость пород обусловлена линзовидными слоями гематита и хлорита мощностью от долей миллиметра до 1–2 мм. Акцессорные минералы: турмалин, ставролит, циркон, сфен, апатит; рудные минералы: лейкоксен и магнетит. Метапесчаники и метаалевролиты имеют массивные и сланцеватые текстуры и мелко-тонкозернистые структуры. Зерна, представленные кварцем (25–35 %), плагиоклазом (30–45 %) и кремнистыми породами, плохо окатаны и плохо сортированы. В небольшом количестве присутствуют эпидот, карбонат и серицит. Акцессорные минералы представлены цирконом и турмалином; рудные – лейкоксеном, магнетитом и пиритом. Цемент метапесчаников регенерационный, иногда глинисто-кремнистый базально-порового типа. Объем цементирующей массы – 10–40 %. Метабазальты представлены афировыми, реже – микропорфировыми разностями. Текстуры пород массивные, флюидалные, сланцеватые; структуры – субофитовые, интерсертальные, реже – микропорфировые. Плагиоклаз (30–50 %), представленный олигоклазом и андезином, присутствует в виде узких лейст и таблитчатых микропорфировых выделений. Темноцветы представлены зеленой и буро-зеленой роговой обманкой (10–35 %), тонкозернистым эпидотом (15–30 %). По роговой обманке развиваются актинолит и темно-зеленый хлорит. В породах присутствуют рутил, магнетит, ильменит и хромит. Практически все породы толщи обладают повышенной плотностью ($\sigma_{\text{ср.}} = 2,76 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$), и площади их развития отмечаются повышением силы тяжести. Метабазальты, имея повышенную намагниченность (до $7\,000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ), выделяются локальными положительными магнитными аномалиями. Характерной особенностью метаосадочных пород является их высокая радиоактивность – 14–17 мкР/ч.

Все разновидности пород толщи характеризуются повышенными содержаниями оксидов титана, марганца, железа и фосфора (прил. 12, 16).

Образования самарской толщи изменены на уровне эпидот-амфиболитовой фации регионального метаморфизма. В результате диафтореза в отдельных участках образованы минеральные парагенезисы, соответствующие эпидот-хлоритовой и актинолит-эпидот-хлоритовой субфациям зеленосланцевой фации метаморфизма. Мощность самарской толщи оценивается в 1 000–1 500 м.

При исследованиях цирконов (А. А. Краснобаев) для них уран-свинцовым методом было получено три абсолютных датировки: $2\,069 \pm 63$, $1\,485$ и 531 ± 43 млн лет. Последний возраст – время их регрессивного метаморфизма. Возраст $2\,069$ млн лет интерпретируется как возраст источника сноса, а возраст $1\,485$ млн лет отвечает времени образования метаморфических пород. На этом основании самарская толща датирована ранним рифеем.

Каясанская толща (RF₁?ks) установлена в восточной части площади. Сложена базальтами, метабазальтами и зелеными сланцами (актинолит-эпидот-хлоритовыми, эпидот-хлорит-карбонатными, карбонат-хлоритовыми) с прослоями филлитов и метапесчаников. Породы толщи с угловым и стратиграфическим несогласием залегают на метаморфитах ильиновского комплекса и несогласно перекрыты образованиями ордовика, нижнего карбона и триаса. Изучена в керне скважин. Мощность каясанской толщи оценивается в 1 000–1 200 м.

Основная часть разреза толщи представлена вулканитами основного состава и зелеными сланцами, образованными по вулканитам в результате регионального метаморфизма. Прослои метапесчаников и филлитов мощностью первые метры вскрыты единичными скважинами.

Структуры базальтов витрофировые, интерсертальные и субофитовые. Текстуры пород – от флюидалных до сланцеватых. Петрографические, геохимические, минералогические, петрофизические характеристики базальтов и метабазальтов сопоставимы с характеристиками метабазальтов самарской толщи (прил. 15, 16). Площади развития каясанской толщи отвечает повышенное поле силы тяжести, с локальными положительными аномалиями на участках увеличения мощности метавулканитов. Магнитное поле в целом положительное, спокойное, с локальными положительными аномалиями на участках повторного намагничивания в процессе тектонических подвижек.

Образования толщи были изменены на уровне эпидот-амфиболитовой фации регионального метаморфизма, затем подвергнуты регрессивным преобразованиям и в значительной части превращены в метаморфиты фации зеленых сланцев.

Возраст каясанской толщи принят раннерифейским на основании сопоставимости ее состава и большинства характеристик слагающих ее пород с таковыми самарской толщи, возраст которой определен радиологическими методами.

Леснинская толща (RF₁?ls) откартирована в юго-восточной части листа на площади 120 км^2 . Представлена метабазальтами и зелеными сланцами (амфиболовыми, биотит-амфибо-

ловыми, амфибол-хлорит-эпидотовыми, карбонат-хлорит-амфибол-эпидотовыми) с редкими прослоями метапесчаников. Выделена впервые. Изучена в керне скважин. Взаимоотношения с нижележащими образованиями не установлены. Породы толщи со стратиграфическим и угловым несогласием перекрыты образованиями карбона и триаса. Мощность толщи оценивается в 1 000–1 200 м.

Метабазальты имеют сланцеватые текстуры и реликтовые порфиroidные структуры. Плагиоклаз (10–12 %) – в виде мелких (0,3–0,7 мм) порфиroidных выделений таблитчатой формы, часто корродирован. Темноцветы представлены зеленой роговой обманкой и эпидотом с вариациями содержаний от 25 до 55 %. В породах присутствуют карбонат, хлорит, биотит. Рудные минералы представлены магнетитом и пиритом. Зеленые сланцы имеют нематобластовые, гранонематобластовые и, редко, гранобластовые структуры. Петрохимический состав их идентичен метабазальтам. Образования толщи обладают высокой плотностью ($\sigma_{\text{ср.}}=(2,80-3,04)\cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) и в поле силы тяжести выделяются локальными положительными аномалиями. Породы большей частью немагнитные ($\chi=32\cdot 4\pi\cdot 10^{-6}$ ед. СИ). Хотя встречаются и сильномагнитные разности ($11\ 000\cdot 4\pi\cdot 10^{-6}$ ед. СИ), образованиям толщи отвечает отрицательное магнитное поле.

По всем характеристикам (прил. 15, 16) метабазальты схожи или идентичны вулканитам самарской и каясанской толщ. Радиоактивность пород – 2–5 мкР/ч.

Породы леснинской толщи изменены на уровне эпидот-амфиболитовой фации регионально-го метаморфизма.

К-Аг методом возраст пород толщи определен в 546 млн лет [40]. На основании сопоставимости характеристик слагающих ее пород с характеристиками метабазальтов самарской и каясанской толщ, возраст леснинской толщи условно принят раннерифейским.

СРЕДНЕРИФЕЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Поповская толща (RF₂?pp) установлена в Кочкарской зоне. Образования толщи не выходят на поверхность и вскрыты скважиной № 67 в интервале 1 194,6–1 216,3 м. Перекрывающие породы ордовика залегают на них с резким угловым несогласием. Толща сложена практически вертикально рассланцованными амфибол-карбонатными, карбонат-графит-кварц-полевошпатовыми сланцами, метапесчаниками и метаалевролитами. Мощность толщи по геофизическим данным оценивается в 1 000 м.

Породы имеют сланцеватые, иногда массивные текстуры. Структуры пород лепидогранобластовые и реликтовые тонкозернистые. Сланцы сложены карбонатом (анкерит и кальцит), амфиболом (тремолит, зеленая роговая обманка), хлоритом, тонкозернистым кварц-полевошпатовым материалом, а также тонкокристаллическим дисперсным графитом. Метапесчаники и метаалевролиты имеют тот же состав, но с большей долей кварц-полевошпатовой составляющей. В породах присутствуют гранат, апатит, андалузит, циркон, рутил, сфен; рудные: пирротин и пирит. Плотность пород – $2,74\cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, магнитная восприимчивость – $20\cdot 4\pi\cdot 10^{-6}$ ед. СИ.

Образования поповской толщи выделяются высокими содержаниями кобальта и хрома (прил. 12). Породы изменены на уровне эпидот-амфиболитовой фации регионального метаморфизма и являются переотложенными продуктами разрушения базит-гипербазитов, обогащенными карбонатным и углеродистым материалом (прил. 12, 13).

По положению в разрезе и сопоставимости состава толщи с образованиями чулаксайской свиты и благодатской толщи, развитых южнее площади, возраст поповской толщи условно принят среднерифейским.

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА

НИЖНИЙ–СРЕДНИЙ ОТДЕЛЫ

Саргазинская толща (O₁₋₂?sr). Образования толщи, развитые во всех СФЗ площади, наиболее детально изучены в естественных разрезах, обнажениях и скважинах в западной половине площади. Они представлены базальтами, андезитобазальтами, риолитами, их туфами и ксенотуфами, кластолавами базальтов и риодацитов. Повсеместно отмечаются прослои кремнистых туффитов мощностью до 20 см. Вулканиты толщи с резким угловым и стратиграфическим несогласием залегают на породах среднего рифея. Контакт вскрыт скважиной № 67 [40].

Низы разреза толщи представлены лавами пироксеновых и пироксен-плагиоклазовых порфировых базальтов (30–35 % объема толщи). Средняя часть разреза сложена в основном афировыми и порфировыми плагиоклазовыми базальтами (35–40 %). Афировые разности слагают 25 % объема толщи. Риолиты и риодациты развиты в верхней части разреза и их объем не превышает 10–12 %. Туфы и ксенотуфы (15–20 %) отмечаются по всему разрезу в виде прослоев разной мощности, фиксируя начальные стадии извержений, а в плане – периферийные части щитовых вулканов. Мощность саргазинской толщи 1 500 м.

Афировые и порфировые базальты имеют миндалекаменные, массивные и флюидальные текстуры. В риолитах структуры микрофельзитовые, сферолитовые и порфировые, текстуры их большей частью массивные. В составе риолитов и риодацитов присутствует кварц в округлых (до 1,5 мм) выделениях. Плагиоклаз (альбит, олигоклаз и реже андезин) присутствует во всех породах. В порфировых выделениях он таблитчатый, размером 0,5–2,5 мм, в основной массе (интерсертальной, гиалопелитовой, микролитовой) – лейстовидный, размером 0,5–0,6 мм. Пироксен, в порфировых выделениях шестоватой и таблитчатой формы (до 8 мм), а в основной массе – игольчатый (0,2–0,4 мм), замещен актинолитом. Повсеместно присутствуют хлорит и эпидот. Акцессорные минералы: рутил, турмалин, гранат, ставролит, биотит, сфен, циркон; рудные минералы: магнетит, ильменит, пирит, лейкоксен. По плотности породы толщи образуют три группы: риодациты и риолиты ($2,72 \cdot 10^3$ кг/м³); афировые и плагиоклазовые базальты, ксенотуфы ($2,76 \cdot 10^3$ кг/м³); пироксеновые базальты и их туфы ($(2,84–2,95) \cdot 10^3$ кг/м³). Породы толщи большей частью слабомагнитны и немагнитны, но при этом среди всех разновидностей встречаются сильномагнитные разности. Значительными вариациями физических свойств горных пород во многом объясняется сложный характер потенциальных полей на площади развития риолит-базальтовой толщи: магнитное поле – от спокойного, положительного или отрицательного, до резко дифференцированного; гравитационное поле – в целом повышенное, с локальными положительными и отрицательными аномалиями.

Петрохимические и геохимические характеристики, нормативный состав пород толщи приведены в приложениях 14, 15. Вулканиды относятся к бимодальной серии контрастной риолит-базальтовой формации низкохром-никелевой толеитовой генетической серии.

Породы изменены на уровне фации зеленых сланцев регионального метаморфизма. В контакте с гранитами полетаевского комплекса и в северной части Вознесенского массива базальты изменены процессами контактового метаморфизма. В обрамлении малых тел и штоков диоритов биргильдинско-томинского комплекса вулканиды пропилитизированы и вмещают медно-порфировое оруденение. В связи с кремнистыми туффитами известно мелкое проявление магнетит-гематитовых руд. Вулканиды толщи вмещают золото-кварцевые жилы. В кровле саргазинской толщи, где вулканиды переслаиваются с карбонатными породами вышележащей биксизакской толщи из нижних прослоев известняков, определены остатки конодонтов: *Periodon ex gr. aculeatus* (Hadding) (скв. К-10/284), *Falodus* (?) sp. (скв. К-10/296,3), а из кремнистых туффитов были определены обломки конодонтов ордовикского облика. На основании фаунистических определений и положения саргазинской толщи в геологическом разрезе ее возраст датируется как ранне-среднеордовикский.

ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА, СРЕДНИЙ ОТДЕЛ–СИЛУРИЙСКАЯ СИСТЕМА, НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Биксизакская толща (O₂–S₁,bk) установлена в Кочкарско-Адамовской СФЗ западнее пос. Томинского и вблизи северной окраины пос. Зауральского. Представлена известняками, известняками мраморизованными и мраморами. Наиболее полный разрез толщи изучен в скважинах, пробуренных в 2,5 км юго-западнее пос. Томинского, где наблюдалось согласное, часто с переслаиванием, залегание карбонатных пород на вулканидах саргазинской толщи. Мощность толщи составляет 130–150 м.

Карбонатные породы имеют массивные текстуры и разнозернистые структуры – от крупнокристаллических до микрозернистых. Основная масса пород сложена кальцитом, иногда доломитом. В отдельных участках в породах отмечается примесь обломков кварца и полевого шпата алевритовой размерности, серицита. В составе пород устанавливаются ставролит, барит, амфибол, эпидот, пироксен, хлорит, гранат, турмалин, пирит. Породы имеют невысокую естественную радиоактивность (3,7 мкР/ч). Повышение ее до 11 мкР/ч наблюдается на участках гидротермальной проработки пород. Известняки немагнитны. Плотность – в среднем $2,71 \cdot 10^3$ кг/м³. В потенциальных полях площади развития образований толщи не картируются.

Характерной особенностью известняков является высокое содержание Mn-центров в кальцитах, чем они отличаются от карбонатных пород других стратиграфических уровней (табл. 1), и что указывает на завершение тектоно-магматического цикла.

Таблица 1

Средние содержания РЗЭ (г/т) и Mn-центров (у. е.) в кальцитах известняков площади листа N-41-VIII (определения В. И. Сначева)

Элемент	Биксизакская толща (O ₂ -S,bk)	Первомайская толща (S ₁₋₂ pm)	Клубничная толща (D ₂ kl)	Березняковская толща (D ₃ -C,bz)	Тугундинская толща (C ₁ tg)	Архангельская толща (C ₂ ar)
Mn-центры	23	1,7	13,4	24	8,4	6
Sr	159	240	173	127	200	53
Zr	64	53	53	51	45	39
La	3,6	2,4	3,9	2,1	2,6	1,8
Ce	8,4	6,3	8,2	6,0	9,5	6,6
Sm	0,9	0,8	0,8	0,6	2,0	0,8
Eu	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,1
Yb	0,2	-	0,05	-	-	0,1
Lu	-	-	-	-	0,2	0,1
Th	0,4	0,5	0,5	-	-	0,3
U	2,6	2,2	1,4	0,8	3,6	2,7
Hf	1,1	-	0,2	-	0,9	0,3
Se	0,7	1,6	0,7	2,8	1,3	0,3
Cs	0,3	-	0,2	-	0,2	0,1
Co	2,8	1,9	1,5	12	1,7	0,4
Cr	7,3	5,4	4,2	42	8,1	6,0
TiO ₂ (%)	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1

Породы биксизакской толщи метаморфизованы на уровне фации зеленых сланцев, что определено по метаморфизму вулканитов, переслаивающихся с известняками в низах толщи. Образование толщи вмещают полиметаллическое оруденение.

Возраст толщи определен по остаткам кораллов *Mesofavosites* sp. indet. (скв. К-20/391); конодонтов: *Periodon* ex gr. *aculeatus* (Hadding), *Protopanderodus insculptus* (Branson et Mehl) (скв. К-10/284), *Neoprioniodus* cf. *brevirameus* Walliser (скв. К-5/283,1), *Paltodus* aff. *migratus* Rexroad (скв. К-5/283,4) и криноидей: *Dentiferocrinus* sp. indet. (скв. Е-9-292/55,9), *Fascicrinus* sp. indet. (скв. Е-9-292/70).

СИЛУРИЙСКАЯ СИСТЕМА

НИЖНИЙ–ВЕРХНИЙ ОТДЕЛЫ

Первомайская толща (S₁₋₂pm). Образования толщи развиты в Кочкарско-Адамовской СФЗ в районе пос. Первомайского и в 6 км юго-западнее с. Томинского в составе олистостроммы; представлены исключительно известняками – от серого до черного цвета, в верхней части разреза – часто углистыми.

Карбонатные разрезы первомайской толщи изучены в многочисленных обнажениях и скважинах. В разрезах Шеинского карьера известняки слагают тектонически счешуенные пластины мощностью от 10 до 100 м. В серии сближенных обнажений в 1,5 км севернее пос. Первомайский с запада на восток возраст известняков толщи последовательно сменяется от венлока до пржидолия. Взаимоотношения с нижележащими известняками биксизакской толщи согласные. Контакты визуально не проявлены, и границы между ними проведены по первому появлению фауны другого возраста. Мощность толщи составляет 600–700 м.

Известняки полидетритовые, микро- и мелкокомочковые, типа грейнстоун-вакстоун. Связующая масса мелкозернистая, спаритовая и микритовая, базального и порового типа. Породы обладают повышенной радиоактивностью (до 16 мкР/ч при средней 5 мкР/ч). Известняки немагнитны и имеют среднюю плотность $2,72 \cdot 10^3$ кг/м³. Геохимические характеристики приведены в таблице 1. Морфологические особенности потенциальных полей на площади развития карбонатных пород всех толщ (с верхнего ордовика по средний девон) обусловлены тектонической нарушенностью среды и закарстованностью известняков.

Породы толщи изменены на уровне фации зеленых сланцев регионального метаморфизма. Как и нижележащие известняки они являются рудовмещающими для полиметаллического оруденения. В породах первомайской толщи определены остатки табулят *Favosites favosiformis minima* Chekh. (обн. К-8816); строматопороидей *Ecclimadictyon nikiforovae* (Yakov.) (скв. К-66/83) и *Stellopora vasta* Bogoyavl. (скв. К-64/46); брахиопод *Atrypoida columbella* (Barr.) (скв. К-80/44); криноидей *Crotalocrinites radicosus* Milicina (обн. К-8839); конодонтов *Neopriodontus multiformis* Wall (скв. К-76/43,3) и *Lonchodina walliseri* Ziegler (скв. К-76/251,2). На основании определений остатков фауны возраст первомайской толщи принят как ранний–поздний силур. Контакт с нижележащей биксизакской толщей проведен по границе павдинского и елкинского горизонтов венлока.

ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА

Образования девонского возраста откартированы только в Кочкарско-Адамовской СФЗ, в юго-западной части площади.

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Шейнская толща (D₂šn) установлена вблизи пос. Первомайского в виде полос субмеридионального простирания длиной 2–4 км при ширине 400–800 м. Образования толщи выделяются также в составе олистостромы в 6 км юго-западнее пос. Томинского. Выделена при ГДП-50 [40]. Представлена амфипоровыми и криноидными известняками от белого до темно-серого цвета. Местами известняки доломитизированы. Образования толщи изучены в обнажениях, скважинах и в стенках Шейнского карьера. Взаимоотношения с нижележащими известняками согласные. В зонах перехода (первые метры) часто устанавливается смешанный набор фауны. Мощность шейнской толщи 250 м.

Известняки разномеристые, полидетритовые, мелко-крупнокочковчатые, типа вакстоун-грейнстоун, со спаритовой пленочно-поровой и базальной цементирующей массой. Средняя плотность известняков $2,73 \cdot 10^3$ кг/м³, они немагнитны. Естественная радиоактивность высокая – 7 мкР/ч. Химический состав известняков шейнской толщи приведен в приложении 17.

Известняки изменены на уровне фации зеленых сланцев регионального метаморфизма.

В породах толщи обнаружены остатки строматопороидей: *Cladopora actiosa* Yanet (скв. К-71/31,4), *Cerranostroma magnificum* Bogoyavl. (обн. К-8815), *Echyropora fallacis* (Yanet) (скв. К-71/18,3); кораллов *Favosites preplacenta* Dubat. (обн. К-8804); криноидей: *Salairocrinus multibifidus* Yelt. et Milicina (обн. К-8826), *Aporretocrinus verrucosus* Milicina (обн. К-8825) и конодонтов: *Eognathodus sulcatus* Philip (скв. КГ-1218/3,5), *Spathognathodus steinhornensis miae* Bult. (скв. КГ-1208/46). Возраст шейнской толщи определен как ранний девон.

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Клубничная толща (D₂kl) установлена в районе пос. Первомайского, где ее образования залегают в нескольких тектонических пластинах, а также вскрыты скважиной № 83 в 3,4 км западнее пос. Зауральский. Сложена серыми и светло-серыми известняками, криноидными, иногда обломочными. В верхней части разреза толщи устанавливается переслаивание песчаников, алевролитов, аргиллитов и известняков. Образования толщи изучены в обнажениях и разрезах скважин. Взаимоотношения с подстилающими образованиями согласные, без резких контактов. Границы с известняками шейнской толщи проведены по первому появлению фауны среднего девона. Мощность клубничной толщи 550 м.

Известняки – мелко и крупнокочковчатые, полидетритовые, криноидно-полидетритовые (типа грейнстоун, вакстоун, пакстоун), с пленочно-поровым спаритовым цементом. В полимиктовых песчаниках и алевролитах структуры мелко-тонкозернистые. Зерна разноокатанные, размером от 0,1 до 0,5–0,8 мм, представлены кварцем, плагиоклазом, кремнистыми породами. Содержание обломочного материала – 50–80 %. Цемент карбонатный базального, реже – порового типа. Известняки, песчаники и алевролиты немагнитны, имеют одинаковую плотность ($2,70 \cdot 10^3$ кг/м³) и естественную радиоактивность (5 мкР/ч).

Образования толщи изменены на уровне фации зеленых сланцев. Из отложений толщи определены остатки строматопороидей: *Atelodictyon* ex gr. *uralicum* Bogoyavl. (обн. К-8823), *Stromatopora praelonga* Bogoyavl. (обн. К-8802); кораллов *Favosites goldfussi* D'Orb. (обн. К-8820); брахиопод *Mimatrypa flabellata* Roem. (обн. К-8801) и криноидей: *Cupressocrinites* cf.

longilobatus Milicina (обн. К-8801), *Hexacrinites tuberosus* Yelt. (обн. К-8813), *Tetraptocrinus* cf. *infinitus* J. Dubat. (скв. К-83/188,7). На основании этих данных возраст толщи датируется как средний девон, эйфельский век.

СРЕДНИЙ–ВЕРХНИЙ ОТДЕЛЫ

Еманжелинская толща (D_{2-3em}) установлена западнее пос. Зауральского и западнее с. Томинского. Образования толщи представлены полимиктовыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, иногда углистыми, известняками, углисто-кремнистыми и кремнистыми сланцами. Взаимоотношения с подстилающими породами клубничной толщи неоднозначны. Согласно контакт установлен в скв. 83, где в интервале 147,3–160,8 м найдена фауна сопряженных возрастных горизонтов. К югу от пос. Первомайского нижний контакт толщи несогласный – терригенные породы с фауной фамена залегают на эйфельских известняках. Мощность толщи 800 м.

Полимиктовые песчаники и алевролиты состоят из хорошо окатанных и сортированных зерен кварца, плагиоклаза, эффузивов и кремнистых пород. Структуры – от тонкозернистых до среднезернистых. В них также присутствуют тонкочешуйчатый коричневый биотит, мусковит, эпидот, пирит, лейкоксен. Цементирующая масса хлорит-глинистая, глинисто-кремнистая и глинисто-карбонатная базального и базально-порового типа. В алевролитах и аргиллитах часто присутствует тонкодисперсное углистое вещество. Известняки мелкокомочковые (типа вакстун), полидетритовые, органогенно-детритовые на спаритовом базально-поровом цементе. Акцессорные минералы: амфибол, циркон, апатит, гранат. Терригенные породы имеют плотность $(2,69–2,71) \cdot 10^3$ кг/м³, известняки – $2,68 \cdot 10^3$ кг/м³. Радиоактивность пород – 4–14 мкР/ч. Все образования немагнитны. Площадям развития пород отвечает понижение силы тяжести на 1–3 мГал. Контакты пород в поле силы тяжести картируются только тектонические. В магнитном поле образования толщи ничем не выделяются от окружающих пород, им отвечает спокойное положительное или отрицательное поле.

Породы толщи характеризуются повышенными содержаниями всех элементов халькофильной группы, а также Вi, Мо, V (прил. 15).

Образования еманжелинской толщи изменены на уровне пренит-пумпеллиитовой фации регионального метаморфизма. В породах толщи обнаружены остатки строматопороидей *Cracilopora* cf. *vermicularis* (McCoу) (скв. К-84/120,2); трилобитов *Phacops* aff. *nalivkini* Max. (обн. К-8833) и криноидей: *Cupressocrinites* cf. *planus* Schew. (скв. К-84/144,6), *C.* cf. *scaber* Schultze (скв. КГ-512/43), *Parabotryocrinus tshudovensis* Yak. (скв. К-83/52,8), *Glyphidocrinus* ex gr. *primus* (J. Dubat.) (скв. КГ-506/27). На основании фаунистических определений возраст еманжелинской толщи принят как средний девон, живетский век–поздний девон? фаменский век.

ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА, ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ– КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА, НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Березняковская толща (D_{3-С}bz) установлена в Кочкарско-Адамовской СФЗ в юго-западной части площади. Представлена ксенотуфами, андезитами, андезидацитами, дацитами и их туфами и кластолавами с прослоями известняков, кремнистых туффитов, углисто-кремнистых сланцев и алевролитов. С нижележащими образованиями еманжелинской толщи контакты согласные, с переслаиванием (скв. 26). Основной объем толщи слагают туфы и ксенотуфы (75 %), псаммито-гравийные до агломератовых. Лавовые фации (20 %), развитые большей частью в низах разреза, приурочены к прижерловым частям палеовулканов и фиксируют общую субмеридиональную ориентировку палеовулканической гряды. Осадочные породы слагают прослой мощностью до 20 м. С понижением эрозионного среза образований толщи с юга на север их мощность изменяется от 1 000 до 0 м.

Андезиты, андезидациты и дациты обычно порфириновые. В порфириновых выделениях: плагиоклаз таблитчатой формы (0,5–3 мм), большей частью альбит и олигоклаз; кварц округлой формы (0,5–4 мм); роговая обманка шестоватой формы (0,6–6 мм), опациitized. Основная масса гиалопилитовая, микролитовая, фельзитовидная. В туфах и ксенотуфах обломки представлены эффузивами, иногда базальтового состава, разновозрастными известняками, углисто-кремнистыми сланцами и углистыми алевролитами. В породах толщи установлены акцессорные минералы: апатит, циркон, гранат, ставролит и рудные минералы – лейкоксен, гематит, пирит, ильменит.

Радиоактивность всех литологических разновидностей пород равна 3,5–5 мкР/ч, иногда достигая 9 мкР/ч. Породы немагнитны, средняя плотность – $2,73 \cdot 10^3$ кг/м³. Площади их развития отвечают спокойное, большей частью отрицательное магнитное поле. В гравитационном поле им отвечает область регионального повышения силы тяжести на восток.

Вулканогенные породы относятся к калиево-натриевой петрохимической серии, к известково-щелочной генетической серии андезитовой формации (прил. 15, 16).

Породы изменены на уровне прениит-пумпеллиитовой фации регионального метаморфизма, интенсивно проработаны процессами метасоматоза (березитовая и кварц-серицитовая формации) и являются рудовмещающими для золото-порфирового и полиметаллического оруденения.

Абсолютный возраст (К-Аг) серицитов из образований толщи составляет 345 ± 1 и 304 ± 1 млн лет (определения А. И. Грабежева). В прослое известняков найдены остатки фаменских конодонтов: *Bryantodus* cf. *typicus* Bassler, *B.* cf. *mitidus* Ulrich et Bassler, *Palmatolepis* cf. *glabra* Ulrich et Bassler (скв. К-4/176,5). Возраст известняков, слагающих обломки ксенотуфов, имеет широкий диапазон – от раннего силура до раннего карбона включительно. На основании этих данных и учитывая характер взаимоотношений толщи с ниже- и вышележащими отложениями, ее возраст принят как поздний девон, фаменский век–ранний карбон, турнейский век.

КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Таяндинская толща (С₁tn) установлена в Кочкарско-Адамовской СФЗ в юго-западной части площади. Сложена гематитизированными ксенотуфами, туфами андезибазальтов, андезитов, андезидацитов, андезибазальтами, андезитами, андезидацитами, их кластолавами, трахиандезитами. Вулканиты толщи с несогласием налегают на образования березняковской толщи и субвулканические андезиты. Мощность толщи 800 м.

Структуры вулканитов большей частью порфиоровые. В порфиоровых выделениях – таблитчатый плагиоклаз (альбит, олигоклаз) размером 0,5–3 мм, опациitized роговая обманка (до 3,0 мм) и зерна кварца размером 0,6–1,5 мм. Структуры основной массы – микролитовые, гиалопелитовые, фельзитовые. В породах установлены акцессорные минералы: апатит, флюорит, циркон, ставролит и рудные минералы – гематит, пирит и лейкоксен. В туфах и ксенотуфах обломки сложены афировыми базальтами, андезитами, андезидацитами, реже – известняками и алевролитами.

Характерной особенностью толщи является высокая радиоактивность слагающих ее образований (10,5–30 мкР/ч). Плотность пород – в среднем $(2,67–2,70) \cdot 10^3$ кг/м³, но в отдельных блоках достигает $2,83 \cdot 10^3$ кг/м³. Среди в целом немагнитных пород выделяются и сильномагнитные ($1\ 300\text{--}4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ). В гравитационном поле образования толщи выделяются локальным повышением силы тяжести при расположении среди терригенно-карбонатных пород и понижением – в окружении образований саргазинской толщи. В магнитном поле индивидуальной характеристикой не обладают.

Вулканиты относятся к базальт-андезит-дацитовая субщелочной формации. По многим параметрам они близки образованиям березняковской толщи (прил. 15, 16). Породы изменены на уровне прениит-пумпеллиитовой фации метаморфизма.

Возраст толщи принят, как ранний карбон, турнейский век–ранневизейское время по ее положению в разрезе.

Тугундинская толща (С₁tg) установлена в пределах Кочкарско-Адамовской СФЗ, в юго-западной части площади, в виде полосы субмеридионального простираения и выполняет троговые впадины и олистостромы в обрамлении тектонических блоков. Терригенно-карбонатные отложения толщи представлены известняками с прослоями пестроцветных песчаников и конгломератов, красноцветными и сероцветными полимиктовыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, часто углистыми, туфопесчаниками, гравелитами, вулканомиктовыми песчаниками. Взаимоотношения с подстилающими вулканитами таяндинской толщи несогласные. Мощность толщи 800 м.

В ее составе преобладают карбонатные породы (до 75 %), слагающие верхнюю часть разреза. Разрез терригенных пород (скв. 65) отвечает трансгрессивному циклу осадконакопления [40]. Олистостромы представляют собой комплексы хаотически расположенных обломков, глыб и олистолитов известняков от позднесилурийских до раннекаменноугольных, реже туфов, погруженных в терригенный матрикс [40].

Известняки толщи комочковые и микрозернистые, с мелким детритом. Связующая масса порового и базального типа представлена тонкозернистым карбонатом и спаритом. Терригенные породы разномзернистые с разноокатанными зернами размером от долей мм до 1,5 мм кварца, плагиоклаза, кремнистых пород и вулканитов. Цемент карбонатно-глинистый, глинисто-кремнистый базального и базально-порового типа. В нем в небольшом количестве присутствуют: эпидот, хлорит, серицит, карбонат, отмечаются – амфибол, апатит, циркон, биотит, турмалин, сфен, рутил, гранат, ставролит, кианит. Рудные минералы: гематит, лейкоксен, пирит, редко – галенит и халькопирит. В конгломератах обломки сложены базальтами, серпентинитами, габбро, андезитами, дацитами, песчаниками, аргиллитами, алевролитами, кварцем.

Химические и геохимические характеристики пород представлены в таблице 1, приложениях 15, 17. Образования толщи немагнитны. Наименее плотными являются известняки ($2,61 \cdot 10^3$ кг/м³). Плотности терригенных пород близки между собой ($(2,70-2,72) \cdot 10^3$ кг/м³). Радиоактивность пород – в среднем 7,5 мкР/ч. Участкам развития отложений толщи отвечает пониженное поле силы тяжести. Магнитное поле спокойное, преимущественно отрицательное. Породы изменены на стадии глубинного эпигенеза. В терригенных отложениях известно проявление меди формации медистых песчаников.

В образованиях толщи найдены многочисленные остатки фораминифер: *Endothyra* ex gr. *similis* Raus. et Reitl., *E.* ex gr. *geniculata* Gan. (скв. КГ-1226/15), *Howchinia gibba longa* (Brazhn.) (скв. КГ-864/7), *Earlandia vulgaris* (Raus. et Reitl.) (скв. КГ-849/15), *Archaeodiscus karreri spira* (Conil et Lys) (скв. К-72/293), *Dainella* ex gr. *staffelloides* Brazhn. (скв. КГ-1419/4,5), *Pachysphaerina pachysphaerica* (Pron.) (обн. К-345). На основании определений фауны возраст тугундинской толщи принят ранний карбон, визейский век.

Миасская толща (С_{1ms}) установлена в Копейской СФЗ. Сложена полимиктовыми песчаниками, гравелитами, конгломератами, алевролитами, аргиллитами, известняками. Породы со стратиграфическим несогласием залегают на вулканитах саргазинской толщи. Мощность толщи 1 000–1 500 м.

В северной части площади в составе толщи преобладают терригенные породы, в южной – преимущественно известняки. Опорный разрез толщи изучен в левом береговом обрыве р. Миасс у пос. Солнечного (обн. 1). Здесь с запада на восток на протяжении 4,7 км по всему разрезу наблюдаются переслаивающиеся песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты и гравелиты. В средней части разреза среди них установлены прослои известняков мощностью от 3–5 см до 1,5 м. Образования толщи смяты в складки и осложнены разрывной тектоникой. В каждом блоке (от 150 м до 1 км) падение слоистости ориентировано по-разному.

Песчаники и алевролиты имеют разномзернистые структуры и массивные текстуры. Состоят из среднеокатанных, несортированных зерен кварца, плагиоклаза, кремнистых пород и вулканитов. Цемент глинисто-слюдистый и хлорит-глинисто-слюдистый порового и базально-порового типа. Гравелиты и конгломераты сцементированы пестроцветным песчано-глинистым материалом. Обломки и гальки в них представлены различными осадочными, эффузивными и интрузивными породами от кислого до ультраосновного составов. Известняки – криноидно-детритовые на спаритовом цементе. В составе пород присутствуют акцессорные минералы: хлорит, кальцит, биотит, мусковит, серицит, амфибол, эпидот, апатит, рутил, циркон, флюорит; рудные минералы – гематит, магнетит, пирит, лейкоксен, хромит. Породы немагнитны. По плотности они мало отличаются друг от друга ($(2,68-2,70) \cdot 10^3$ кг/м³). Особенности потенциальных полей на площади развития пород толщи обусловлены нижележащими образованиями. При большой мощности терригенно-карбонатных отложений толщи они фиксируются локальным понижением силы тяжести.

Петрогеохимические характеристики пород приведены в приложениях 15, 16. Породы изменены на стадии глубинного эпигенеза. В терригенных отложениях известно проявление меди формации медистых песчаников.

Из терригенных и карбонатных пород определены остатки фораминифер: *Ammodiscus volgensis* Raus. (скв. С-1/52), *Eostaffella* ex gr. *mosquensis* Viss. (скв. С-1/133), *Globoendothyra inconstans* (Grozdn. et Leb.) (скв. С-1/84), *Tetrataxis media* Viss. (скв. С-1/133), *Endothyranopsis* ex gr. *crassa* (Brady) (скв. С-1/43,2), *Endothyra similis* Raus. et Reitl. (обн. 1509), *Parastaffella spectata* Durk. (обн. 1509/1). На основании определений фауны возраст миасской толщи принимается как ранний карбон, визейский век.

Потаповская толща (С_{1pt}) выделена в Нижнесанарско-Текельдытауской СФЗ, в юго-восточной части листа. Сложена аргиллитами, алевролитами, полимиктовыми песчаниками с прослоями углистых сланцев и известняков и изучена только в разрезах скважин. Породы толщи со стратиграфическим и угловым несогласием залегают на рифейских сланцах и перекры-

ваются терригенными и вулканогенными породами триаса. Мощность толщи оценивается в 1 000 м.

Терригенные породы имеют разномасштабные структуры, массивные и тонкослоистые текстуры. Состоят из плохо окатанных, плохо сортированных зерен размером от 0,1 до 2,0 мм кварца, плагиоклаза, кремнистых пород, вулканитов, гранитоидов, кварцитов. Цемент глинистый и карбонатный базального, иногда порового типа. В небольшом количестве в песчаниках присутствуют хлорит, эпидот, цоизит, мусковит, биотит. Рудные минералы: лейкоксен, магнетит, пирит.

Породы немагнитны. Радиоактивность их – 6–11 мкР/ч, по плотности близки образованиям тугундинской и миасской толщ ($(2,66–2,70) \cdot 10^3$ кг/м³). В магнитном поле не картируются. В гравитационном поле отмечаются понижения силы тяжести. Известняки толщи часто мраморизованы. Образования толщи слабо метаморфизованы на уровне глубинного эпигенеза. По характеру разреза и вещественному составу пород, вторичным изменениям они сопоставимы с образованиями тугундинской и миасской толщ. На основании последнего возраст потаповской толщи принимается как ранний карбон турнейский–визейский века.

Биргильдинская толща (С₁bg) выделена в пределах Кочкарско-Адамовской СФЗ, в юго-западной части площади. Сложена белыми, светло-серыми и серыми известняками, иногда с линзами кремней. Взаимоотношения с подстилающими образованиями тугундинской толщи согласные. Мощность толщи 500 м.

Известняки – криноидно-детритовые, мелко-тонкозернистые, мелкокомочковые (типа вакстоун), цемент – спаритовый. Акцессорные минералы: амфибол, эпидот, пирит. Породы немагнитны, плотность их – $2,67 \cdot 10^3$ кг/м³, радиоактивность – 4 мкР/ч. В физических полях известняки свиты не картируются. Степень метаморфизма пород отвечает стадии глубинного эпигенеза.

В известняках определены остатки фораминифер: *Globoendothyra* ex gr. *ishimica* (Raus.) (скв. К-34/353,9), *Archaediscus* ex gr. *convexus* Grozd. et Leb. (скв. КГ-687/10), *Pachysphaerina pachysphaerica* (Pron.) (скв. КГ-935/3), *Endostaffella* ex gr. *shamordini* (Raus.) (скв. КГ-938/24), *Earlandia* ex gr. *moderata* (Malakh.) (скв. КГ-1543/6) и конодонтов: *Gnathodus bilineatus bilineatus* (Roundy) (скв. К-34/349), *Paragnathodus mononodosus* (Rh., Aus. et Dr.) (скв. К-34/293,2). Возраст биргильдинской толщи – ранний карбон, поздневизейское время–серпуховский век.

Сагаустинская толща (С₁sg) установлена в западной части Копейской СФЗ. Сложена светло- и темно-серыми известняками, часто с линзами кремней, алевролитами, полимиктовыми песчаниками, гравелитами и конгломератами.

Взаимоотношения с подстилающими отложениями миасской толщи согласные. Мощность толщи 400 м. Опорный разрез толщи расположен в левом береговом обрыве р. Миасс, южнее с. Сагаусты. Здесь на расстоянии 3 км представлены разрезы миасской, сагаустинской и федоровской толщ. Границы между свитами проведены по смене наборов фауны. Надо отметить, что часто контакты тектонические, что обусловлено расположением разреза в тектонически напряженной структуре.

Разрез сагаустинской толщи здесь представлен известняками, в восточной части – с прослоями кремней. В целом известняки составляют около 80 % объема толщи. Терригенно-карбонатные породы аналогичны таковым миасской толщи. Идентичны и их петрофизические характеристики. Геохимическая характеристика приведена в приложении 15.

В известняках обнаружены остатки водорослей: *Frustulata* ex gr. *asiatica* Salt. (обн. 1509/4), *Fasciella kizilia* R. Iv. (обн. 1509/4); фораминифер: *Archaediscus moelleri gigas* Raus. (обн. 1509), *Globoendothyra globulus numerabilis* (Viss.) (обн. 1509/1), *Eostaffella* cf. *mirifica compressa* Brazhn. (обн. 1509/4) и кораллов: *Siphonodendron junceum* Flem. (обн. 1503/12a), *S. scoticum* (Hill) (обн. 1503/12a). На основании определений фаунистических остатков возраст сагаустинской толщи принят как ранний карбон, поздневизейское время–серпуховский век.

Еткульская толща (С₁et) выделена в Нижнесанарско-Текельдытауской СФЗ. Прослеживается в виде двух субпараллельных извилистых полос. Образования толщи в восточной полосе выполняют ступенчатый грабен. Сложена известняками, песчаниками, аргиллитами и алевролитами; известняки преобладают. Взаимоотношения с подстилающими образованиями несогласные. Мощность толщи оценивается в 1 000 м.

Терригенные и карбонатные породы сопоставимы по составу и петрофизическим характеристикам с образованиями биргильдинской и сагаустинской толщ. На этом основании возраст еткульской толщи условно принят как ранний карбон, поздневизейское время–серпуховский век.

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Архангельская толща (C_2ar) установлена в пределах Кочкарско-Адамовской СФЗ, в юго-западной части площади. Представлена известняками, углистыми известняками, углистыми аргиллитами, алевролитами, песчаниками. Ее отложения местами согласно налегают на известняки биргильдинской толщи. Контакт вскрыт скважиной западнее рамки площади. Мощность толщи не превышает 250 м.

Карбонатные фации составляют 80–85 % объема толщи. Известняки мелкокомочковые, на кальцитовом цементе порово-базального типа, насыщены органическим веществом. Повсеместно присутствует тонкодисперсное углистое вещество (5–25 %). Песчаники и алевролиты тонкозернистые. Зерна представлены кварцем, плагиоклазом и кремнистыми породами. Цемент базального типа составляет до 75 % породы и представлен углисто-глинистым и углисто-карбонатным веществом. Породы немагнитны и однородны по плотности ($2,71 \cdot 10^3$ кг/м³), их естественная радиоактивность – 5–6 мкР/ч. В магнитном и гравитационном полях от окружающих пород не выделяются, но фиксируются интенсивными аномалиями вызванной поляризации. Геохимические характеристики пород приведены в приложении 15.

Породы незначительно изменены на стадии глубинного эпигенеза. В них определены остатки водорослей *Calcifolium okense* Schw. et Bir. (скв. К-34/186); фораминифер: *Profusulinella* ex gr. *parva* (Lee et Chen) (скв. КГ-824/24), *Eostaffella* ex gr. *pseudostruvei* (Raus. et Bel.) (скв. К-34/186) и конодонтов: *Declinognathodus noduliferus noduliferus* (Ell. et Grav.) (скв. К-34/160), *Idiognathoides sulcatus* Hig. et Bouck. (скв. К-34/160), *Gnathodus bilineatus bilineatus* (Roundy) (скв. К-34/323); на основании этого возраст толщи принят как средний карбон, башкирский век.

Федоровская толща (C_2fd) установлена в северо-западной части Копейской СФЗ. Представлена серыми известняками с прослоями полимиктовых песчаников и алевролитов. Мощность толщи 900–1 100 м.

Сложена преимущественно известняками (до 95 %). Прослои терригенных пород мощностью до 2–3 м встречаются редко. Известняки мелкокомочковые на спаритовом цементе, органогенные. Песчаники и алевролиты близки по составу породам архангельской толщи. Терригенные и карбонатные породы немагнитны. Плотность известняков – $2,69 \cdot 10^3$ кг/м³. В магнитном поле образования толщи не картируются, в гравитационном поле выделяются локальными понижениями силы тяжести. Породы слабо изменены на стадии глубинного эпигенеза.

В известняках найдены остатки фораминифер: *Eostaffella* cf. *mutabilis* Raus. (обн. 1510/1), *E. aff. kashirica* Raus. (скв. С-1/476,5), *Pseudostaffella* ex gr. *proozawai* Kir. (скв. С-1/470,5), *Archaeodiscus pauxillus* Schlyk. (обн. 1510/1), *Asteroarchaeodiscus* ex gr. *baschkiricus* (Krest. et Theod.) (обн. 1510/1), *Tuberitina grandis* Reitl. (обн. 1523/6), *Neoarchaeodiscus incertus* (Groz. et Leb.) (обн. 1523/6). На основании этих определений возраст федоровской толщи определен как средний карбон, башкирский век.

Кузейская толща (C_2kz) выделена в пределах Кочкарско-Адамовской СФЗ, в юго-западной части площади. Представлена конгломератами, гравелитами, песчаниками, углистыми аргиллитами, алевролитами, известняками. Взаимоотношения с подстилающими известняками архангельской толщи непосредственно не наблюдались, но на основании сближенности их возраста и общей структурной позиции между ними предполагается согласный контакт. Мощность толщи 200 м.

Терригенные породы слагают верхнюю часть разреза и составляют до 50 % объема толщи. В крайней юго-западной части площади образования толщи представлены углистыми аргиллитами, алевролитами и известняками, а к северу сменяются пестроцветными песчаниками и конгломератами. Обломки в конгломератах представлены осадочными, вулканогенными и интрузивными породами различного состава. Цемент конгломератов песчано-глинистый. Песчаники имеют разнотерригенные структуры. Зерна неправильной формы, хорошо окатанные, размером от долей мм до 1,5 мм. Представлены кварцем, плагиоклазом, кремнистыми породами, калиевым полевым шпатом, вулканиитами. Цемент песчаников – глинистый и глинисто-карбонатный базального типа. Известняки криноидно-детритовые, мелкокомочковые на спаритовом цементе. Акцессорные минералы в породах: амфибол, гранат, ставролит; рудные минералы: ильменит, пирит, пирротин, хромит.

Химический состав терригенных пород широко варьирует, в зависимости от преобладания в их составе зерен тех или иных минералов (прил. 15). Петрофизическая характеристика образований толщи своеобразная. Они отличаются от близких по составу подразделений наиболее высокой радиоактивностью (12–14 мкР/ч), наиболее низкой плотностью ($(2,60–2,66) \cdot 10^3$ кг/м³) и повышенной магнитной восприимчивостью ($40–160 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ). Тем не менее, в физиче-

ских полях эта индивидуальность не проявляется. Породы незначительно изменены на стадии эпигенеза.

Возраст толщи обоснован определениями многочисленных остатков фораминифер: *Schubertella* ex gr. *obscura* Lee et Chen (скв. КГ-1439/36), *Profusulinella staffellaeformis* Kir. (скв. КГ-1441/16), *Eofusulina* cf. *triangula* (Raus. et Bel.) (скв. КГ-1441/16), *Bradyina concinna* Reitl. (скв. КГ-809/67), *Tetrataxis* ex gr. *angusta* Viss. (скв. КГ-809/67) и принят как средний карбон, московский век.

Ухановская толща (C₂uh) установлена в пределах Копейской СФЗ. Представлена пестроцветными полимиктовыми гравелитами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, известняками, часто доломитизированными. Карбонатные породы преобладают в южной части площади. В разрезе они составляют 60–65 % объема толщи. Взаимоотношения с подстилающими известняками федоровской толщи согласны. Резких контактов не наблюдается, и граница между толщами проводится условно по мере смены набора фауны. Мощность толщи оценивается в 800–1 000 м.

Известняки мелкокомочковые, криноидно-детритовые на спаритовом цементе, терригенные породы аналогичны образованиям кузейской толщи. Фоновые содержания химических элементов приведены в приложении 15. По плотности ((2,62–2,68)·10³ кг/м³) и радиоактивности (11 мкР/ч) породы близки образованиям кузейской толщи, но в отличие от последних немагнитны. В гравитационном поле площади развития пород ухановской толщи выделяются локальными понижениями силы тяжести. Вторичные изменения пород отвечают стадии эпигенеза. В образованиях толщи известно проявление урана.

В известняках найдены остатки фораминифер: *Schubertella mjachkovensis* Raus. (обн. 1527/8), *Ozawainella* cf. *tingi* (Lee) (обн. 1523/5), *Pseudostaffella ozawai* (Lee et Chen) (обн. 1527/5), *Parastaffella* cf. *bradyi* (Moell.) (обн. 1527/3а), *Tuberitina grandis* Reitl. (обн. 1510/3), *Bradyina concinna* Reitl. (обн. 1527/4). Возраст ухановской толщи определен как средний карбон, московский век.

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Саксанская толща (C₃sk) установлена только в Копейской СФЗ, в районе пос. Ухановки и восточнее оз. Саксан. Сложена полимиктовыми конгломератами, гравелитами, песчаниками с прослоями алевролитов. Взаимоотношения с подстилающими отложениями не установлены. Во всех точках наблюдений они тектонические. Мощность толщи 800 м.

В разрезе преобладают конгломераты и гравелиты (60–65 %). В конгломератах и гравелитах гальки и обломки (0,3–5 см), сцементированные тонким песчаным материалом, представлены основными и кислыми эффузивами, габброидами, плагиогранитами и биотитовыми гранитами, песчаниками, кварцитами и известняками. Песчаники разнозернистые, полимиктового состава на глинистом и глинисто-карбонатном цементе базально-порового типа. Образования толщи незначительно изменены на стадии эпигенеза. Плотность алевролитов и песчаников – 2,60·10³ кг/м³, конгломератов – 2,66·10³ кг/м³. Породы немагнитны. Радиоактивность пород – 3–9 мкР/ч.

Возраст толщи обосновывается наличием в составе конгломератов и гравелитов галек и обломков гранитов полетаевского комплекса, галек известняков с остатками фораминифер верхов московского яруса: *Pseudostaffella* ex gr. *sphaeroidea* (Ehrenb.), *Schubertella* ex gr. *pauciseptata* Raus. (скв. П-513). Кроме того, из прослоя известняков в сборах А. Г. Иванушкина, М. В. Постоялко определены остатки микрофауны: *Hemigordius* sp., *Glomospira* sp., *Tolypammia* sp., характерные для позднего карбона–перми (?). На основании этого возраст саксанской толщи принимается как поздний карбон.

МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА

НИЖНИЙ–СРЕДНИЙ ОТДЕЛЫ

Бичурская свита (T₁₋₂bc') установлена в Зауральской зоне, вдоль разлома, ограничивающего с востока Челябинский грабен, и в юго-восточной части площади. Сложена базальтами, гиалобазальтами, долеритами, гиалокластитами, туфами базальтов, пестроцветными терригенными породами, туфогенными песчаниками. Образования свиты с угловым и стратиграфическим несогласием залегают на более древних породах. Мощность свиты 1 100 м.

В основании разреза свиты установлен базальный горизонт, представленный красноцветными конгломератами мощностью до 50 м. Основная часть разреза (до 95 %) сложена вулканитами. Верхняя часть разреза сложена пестроцветными аргиллитами, алевролитами, песчаниками, конгломератами с прослоями туфов, туфопесчаников и базальтов. Базальты имеют порфиоровые, витрофиоровые и субофитовые структуры, флюидальные и миндалекаменные текстуры. Миндалины выполнены цеолитами, карбонатом, халцедоном, хлорофеем. Порфиоровые выделения представлены таблитчатым и лейстовидным плагиоклазом (часто лабрадором) размером до 2,0 мм, а также пироксеном, иногда уралитизированным. Основная масса гиалиновая, гиалопилитовая, микролитовая, интерсертальная. По основной массе иногда развивается хлорит. В незначительном количестве присутствуют эпидот, карбонат, биотит. Рудные минералы: магнетит и гематит.

Конгломераты, гравелиты и песчаники имеют полимиктовый состав. Обломки и зерна представлены эффузивными, интрузивными, метаморфическими и осадочными породами. Песчаники разнозернистые; цемент глинистый, глинисто-карбонатный и кремнисто-глинистый базально-порового типа. Акцессорные минералы: сфен, циркон, гранат, апатит. Рудные минералы: пирит, магнетит, гематит, лейкоксен.

Средняя плотность базальтов – $2,56 \cdot 10^3$ кг/м³, гиалокластитов – $2,34 \cdot 10^3$ кг/м³. Базальты сильно магнитны ($\chi=1 \cdot 100 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ), их радиоактивность – 7 мкР/ч. Площади их развития сопровождаются понижением силы тяжести и положительными магнитными аномалиями, часто полосовидными. Вулканиты относятся к высококалийному типу толеитовой генетической серии формации континентальных базальтов (прил. 16). Базальты слабо изменены на уровне эпигенеза и частично – цеолитовой фации регионального метаморфизма. В них имеются проявления битумов.

В песчаниках определены филлоподы: *Estheria subcirculatis* Tschern., *Estheriina aequalis* (Lutk.), *Cornia papillaria* Lutk.; остатки растений: *Cladophlebis angusta* Heer, *Taeniopteris multinervis* Weiss [30]. На основании этих данных и положения свиты в разрезе возраст свиты определен как ранний–средний триас, индский–ладинский века.

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Калачевская свита (T_3kl) откартирована в Зауральской зоне в Челябинском грабене и в Назаровской депрессии, расположенной в юго-восточном углу площади. Представлена терригенными породами с прослоями углей. Отложения свиты согласно, на отдельных участках с переслаиванием, залегают на образованиях бичурской свиты [30]. Мощность свиты 600–1 000 м.

В основании ее разреза выделяется безугольный сероцветный горизонт (до 200 м) ритмично переслаивающихся полимиктовых конгломератов, гравелитов, песчаников с примесью вулканогенного (вулканомиктового) материала. Средняя часть разреза сложена песчаниками, алевролитами и аргиллитами с редкими прослоями конгломератов и бурых углей. Верхняя часть свиты песчано-алевролитово-аргиллитовая с пластами углей. Песчаники мелко-тонкозернистые на глинистом, глинисто-слюдистом, кремнисто-глинистом цементе базального и базально-порового типа. Акцессорные минералы: циркон, гранат, сфен, амфибол, апатит, иногда турмалин; рудные минералы: лейкоксен, пирит, магнетит, гематит, ильменит, хромит. Породы калачевской и всех вышележащих угленосных свит Челябинской серии немагнитны. Плотность пород мало зависит от принадлежности их к какой-либо свите и закономерно увеличивается с глубиной. У дневной поверхности плотность всех пород – $(2,20–2,34) \cdot 10^3$ г/см³, а на глубине 1 000 м – уже $(2,45–2,55) \cdot 10^3$ кг/м³. Исключение – бурые угли, плотность которых выдержана в разрезе и изменяется от $1,05 \cdot 10^3$ до $1,70 \cdot 10^3$ кг/м³ в зависимости от особенностей их состава. Естественная радиоактивность пород калачевской свиты – 7–9 мкР/ч. Геохимически наиболее полно охарактеризованы аргиллиты (прил. 15).

Породы незначительно изменены на уровне начальной стадии эпигенеза. Помимо углей в образованиях свиты имеются проявления нефти и урана. В отложениях найдена флора: *Neocalamites merianii* (Brongn.) Hall, *Callipteridium angustipinnulatum* Vlad., *Compsopteris kristofovichii* Vlad., *Madygenopteris triassica* Vlad., *Mesenteriophyllum uralicum* Vlad., *Equisetites mougeotii* Brongn., *Czekanovskia rigida* Heer, *Cladophlebis sulcata* Brick, *C. jolkinensis* Pryn.; споры *Duplicisporites*. На основании определений флоры и споро-пыльцевых комплексов [30] калачевская свита датируется как поздний триас, карнийский век.

Козыревская свита (T_3kz) установлена в Челябинском грабене. Сложена угленосными терригенными отложениями, согласно налегающими на подстилающие отложения калачевской свиты. Мощность свиты 600–1 300 м.

Нижняя, безугольная часть разреза (100–250 м) представлена полимиктовыми конгломератами и гравелитами с прослоями песчаников и алевролитов. Верхняя часть разреза сложена ритмично чередующимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами с пластами углей. В средней части разреза устанавливается еще один грубообломочный горизонт мощностью до 120 м [30]. Терригенные породы свиты по составу, степени вторичных изменений и геохимическим характеристикам аналогичны отложениям калачевской свиты, отличаясь от них более низкой естественной радиоактивностью (2–7 мкР/ч). В образованиях свиты определена флора: *Neokoretrophyllites carcinoides* (Harr.) Radcz., *Cladophlebis magnifica* Brick, *C. korkinensis* Vlad., *C. undulata* Brick, *C. acutus* Vlad., *Dictyophyllum japonicum* Jokoyama, *Clathropteris obovata* Oishi, *Czekanovskia rigida* Heer, *Ginkgoites acosmius* Harr. Возраст определяется как поздний триас, норийский век.

Коркинская свита (T_3kr) установлена в Челябинском грабене. Сложена угленосными терригенными породами, согласно залегающими на образованиях козыревской свиты. Мощность свиты 600–1 250 м.

Нижняя, безугольная часть разреза (70–150 м) представлена горизонтом песчано-конгломератового состава. Выше залегают ритмично переслаивающиеся песчаники, алевролиты, аргиллиты с пластами угля мощностью до 116 м. Терригенные породы имеют полимиктовый состав. Конгломераты и гравелиты сцементированы песчано-глинистым материалом. В песчаниках и алевролитах цемент глинистый, глинисто-кремнистый, глинисто-карбонатный базального и базально-порового типа. По составу, петрофизическим и геохимическим характеристикам породы аналогичны таковым козыревской свиты. Вторичные изменения пород соответствуют стадии начального эпигенеза.

В образованиях свиты определена флора: *Osmundopsis (Cladophlebis) bojakovae* Vlad., *Coniopteris cf. hymenophylloides* (Brongn.) Sew., *C. cf. latifolia* Brick, *Nilssonia cf. vittaeformis* Pryn., *Thinnfeldia gothanii* Pryn., *T. distantifolia* Pryn.; споры и пыльца: *Annulispora folliculosa* (Rogal.), *Bennettiales*, *Ginkgoales*, *Pinites*, *Coniferales*. Возраст коркинской свиты принят как поздний триас, рэтский век.

ЮРСКАЯ СИСТЕМА

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Сугоякская свита (J_1sg) установлена в Челябинском грабене. Сложена угленосными терригенными отложениями, залегающими несогласно на образованиях коркинской свиты. Мощность свиты 800–1 000 м.

Основание разреза представлено безугольным песчано-мелкогалечным горизонтом мощностью 100–120 м. Выше залегают ритмично переслаивающиеся мелкозернистые песчаники, алевролиты, аргиллиты с пластами угля. Отличительной особенностью отложений свиты является мелкая размерность обломочного материала, их тонкая слоистость. Терригенные породы имеют полимиктовый состав, тонко-мелкозернистые структуры и, как правило, тонкослоистые текстуры. Песчаники с хорошо окатанными зернами, представленными кварцем, плагиоклазом, калиевыми полевыми шпатами, углисто-серицитовыми сланцами, основными эффузивами, гранитоидами. Цемент глинисто-карбонатный, базально-поровый и поровый. Акцессорные минералы представлены цирконом, апатитом, сфеном; рудные – лейкоксеном, гетитом. Породы слабо изменены на стадии начального эпигенеза.

В образованиях свиты определена флора: *Neocalamites carrerei* Halle, *Stachiotaxus minutus* Vlad., *Ginkgoites quadrilobus* Brick, *Leprostrombus laxiflora* Heer, *Sphenopteris ketovae* Vlad., *Cladophlebis acuta* Vlad., *C. jolkinensis* Pryn., *C. magnifolia* Brick, *Glossozamites rarinervis* Pryn. Возраст сугоякской свиты принят раннеюрским.

КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ

На площади коры выветривания развиты повсеместно. В восточной ее части они полностью погребены под покровом мел-палеогеновых отложений. В западной части площади, в пределах отпрепарированного Зауральского пенеплена наблюдается полный профиль коры выветривания, сохранившийся на водоразделах. Кору выветривания здесь частично перекрыты континентальными отложениями мел-неогена. В тальвегах и бортах современных долин от эрозии сохранились только зоны дезинтеграции и промежуточных продуктов.

На площади преобладает площадной морфологический тип кор выветривания (остаточные коры) мощностью до 40–50 м, реже отмечаются линейные коры с мощностью до 100 м.

В профиле кор выветривания выделяются [7] следующие минералого-геохимические зоны (снизу): дезинтегрированных продуктов, промежуточных продуктов, глинистых продуктов, охристо-глинистых продуктов и охр.

В зависимости от состава исходных пород выделяются сиаллитные (каолиновые), ферритно-сиаллитные (каолинит, монтмориллонит, гидроксиды железа), сиферритные (нонтронитовые, кремнисто-железистые) и силицитные (маршаллиты) коры выветривания.

Сиаллитные коры выветривания образуются, в основном, по гранитоидам, вулканитам кислого и среднего состава, метаморфическим и осадочным породам и занимают около 60 % площади развития кор выветривания. Они развиты преимущественно в северо-западной части площади и представлены зонами дезинтеграции, промежуточных и глинистых продуктов.

– Зона дезинтеграции представлена продуктами физического выветривания, окрашенными в светлые и пестрые тона, малоотличающиеся от цвета исходных пород до первых метров

– В зоне промежуточных продуктов породы сохраняют пеструю окраску. Коры представлены глинистой массой со щебнем исходных пород. Основными минералами здесь являются кварц, разложенный полевои шпат, гидрослюда, незначительные количества каолинита. Зона характеризуется процессами гидратации силикатов и преобладающим выщелачиванием; начинается гидролиз и окисление до 15 м

– Зона глинистых продуктов сложена тонкодисперсным материалом, окрашенным в белые, желтые, зеленоватые тона с буроватым оттенком. Ведущее место в этой зоне принадлежит каолиниту до 30 м

Ферритно-сиаллитные коры выветривания развиты по породам среднего и основного состава и занимают около 35 % площади распространения кор в районе и представлены четырьмя геохимическими зонами.

– Зона дезинтеграции – трещиноватые, выветрелые породы, щебень и дресва. Окраска кор мало отличается от цвета субстрата 1–2 м

– Зона промежуточных продуктов – глинистая масса с дресвой пород. Обычно окрашена в зеленовато-серые и пестрые цвета. Минеральный состав зоны: гидрохлорит, монтмориллонит, гидрослюда, каолинит, кварц 25 м

– Зона глинистых продуктов представлена глинистой массой белого, желтого, зеленовато-бурого, красного цветов. Представлена зона существенно монтмориллонитом, с примесью гидроокислов железа 10–25 м

– Зона охристо-глинистых продуктов в районе наиболее развита по основным вулканитам саргазинской толщи и представлена глинистой массой кирпично-красного, ржаво-коричневого и пестрого цвета, состоящей из каолинита, гетита, гематита и минералов кремнезема. С корами этой зоны связаны проявления минеральных красок до 10 м

Сиферритные коры выветривания развиты в основном по ультраосновным породам. Здесь выделяются зоны дезинтеграции и промежуточных продуктов.

– Зона дезинтеграции представлена разложенным щебнем коренных пород пестрой окраски 0,5–1,0 м

– Зона промежуточных продуктов представлена глинисто-щебнистой массой зеленовато-бурого цвета. Здесь развиты нонтронит и гидроокислы железа. В корях этой зоны имеются проявления силикатных никелевых руд до 1,5 м

По известнякам различных толщ развиты *силицитные коры*, представленные пылеватым кремнеземом в количестве 80–90 %.

Линейные коры выветривания связаны с тектоническими и контактовыми зонами, вдоль которых они развиваются на глубину до 100 м. Для них характерна вытянутость, горизонтальная и вертикальная зональность. В районе преобладает сложный подтип линейных кор выветривания [7].

Возраст коры выветривания района принят среднеюрско–раннемеловым на основании положения их в разрезе: выше раннеюрских образований и ниже отложений алапаевской толщи нижнего мела. С корами выветривания связаны проявления и месторождения золота, меди и редких земель, маршаллитов.

МЕЛОВАЯ СИСТЕМА

Отложения мела несогласно залегают на выветрелых породах складчатого фундамента и подразделяются на нижнемеловые и верхнемеловые осадки. Установлены в Восточно-Уральской и Зауральской зонах.

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Алапаевская толща (K_1ap) установлена в юго-западной части площади, в Сухарышской мезозойской депрессии, и северо-восточнее оз. Еткуль. Сложена пестроцветными каолиновыми глинами, песчанистыми, с примесью щебня кварца, кремней, в том числе – по известнякам. Количество и размер обломочного материала увеличиваются к низам толщи. В сухарышской депрессии в низах толщи часто залегают линзовидно-пластовые прослои бурых железняков, реже сидеритов мощностью до 3–4 метров. Залегают толща на закарстованных карбонатных породах, иногда выходит на поверхность. Перекрывается верхнемеловыми или кайнозойскими отложениями. Мощность толщи колеблется от первых метров до 130 м. Органических остатков в ней не обнаружено. По положению в разрезе и литологическому сходству с беликовыми образованиями Алапаевского района возраст толщи принят аптским.

Синарская свита (K_1sn) откартирована в депрессионных погружениях складчатого фундамента. В юго-западной части (Сухарышская депрессия) сложена темно-серыми, серыми глинами с растительными остатками и лигнитом, с невыдержанными прослоями серых кварцевых разнозернистых песков. В юго-восточной части площади (Назаровская депрессия) представлена пестроцветными бокситоносными глинами с прослоями бокситов и аллитов. Отложения свиты залегают либо на размытой поверхности алапаевской толщи, либо на выветрелых породах складчатого фундамента. Мощность отложений изменяется от 20 см на юго-востоке до 60 м на юго-западе. Возраст свиты принят апт–альбским по ее положению в разрезе и на основании литологического сходства с отложениями смежных районов, возраст которых установлен палинологическими данными.

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Мысовская свита (K_2ms) установлена восточнее линии сел Шибаво, Потапово и Каратабан и на юго-западе площади, в Сухарышской депрессии. Пространственно связана с нижнемеловыми отложениями. На юго-западе площади она сложена глинами в разной степени песчаными, с большим количеством лигнита, с частыми прослоями разнозернистых песков и песчано-гравийных образований (озерно-аллювиальные фации). На юго-востоке площади преобладают болотные фации, представленные глинами с частыми прослоями лигнитов мощностью 0,1–1,6 м и большим количеством растительных остатков. Образования свиты согласно ложатся на отложения синарской свиты и с размывом на осадки алапаевской толщи. Мощность свиты от 3 до 60 м.

Возраст свиты определен по споро-пыльцевым комплексам [13]. Доминирует пыльца: *Cedrus parvisaccata* Sauer, *C. orbita* Botsch. Споры представлены в основном папоротниковыми: *Gleichenia*, *Schizaceae*. В смежных районах установлена флора [14]: *Sequoia reichenbachii* (Gein.), *Platanus cuneifolia* Brongn., *Dammara borealis* Heer, *Magnolia alternans* Heer, которая с достоверностью характеризует возраст свиты как сеноманский.

Послесеноманские верхнемеловые отложения установлены только в Зауральской зоне.

Кузнецовская свита (K_2kz) развита восточнее с. Потапово, в районе с. Устьянцево и с. Аткуль. Представлена зеленовато-серыми тонкоплитчатыми монтмориллонит-бейделлитовыми глинами с послойной примесью глауконит-кварцевого алеврита и прослоями ярко-зеленых кварц-глауконитовых песчаников мощностью 1–2 м. В основании толщи отмечается базальный галечник мощностью 0,5–1,0 м с галькой кварца, кремня, стяжениями марказита, реже фосфорита. Залегают свита с размывом на породах палеозойского фундамента или отложениях мела. Мощность свиты варьирует от первых метров до 25 м. В породах содержатся комплексы радиолярий [1]: *Cenosphaera magna* Grig., *Dictyomitra pyramidalis* Grig. и фораминиферы *Gaudryina filiformis* Berth. – являющиеся руководящими для турона Восточного склона Урала и Зауралья.

Камышовская свита ($K_2kš$) установлена в центре площади (пос. Смолино, пос. Тимофеевка) и восточнее линии сс. Александровка, Еткуль, Кулат. В центре площади свита сложена тонкозернистыми кварцевыми песками, иногда слюдястыми и слабо глинистыми, с прослоями лигнитовых глин. В верхах разреза отмечаются маломощные (до 15 см) стяжения, желваки «сливных» кварцевых песчаников. На юго-востоке площади развиты слабосцементированные глауконит-кварцевые песчаники с глинистым цементом, с редкими прослоями песчаников на опоково-кремнистом цементе, с мелким галечником кварца и фосфорита в основании. Отложения свиты залегают с размывом на более древних образованиях. В центре площади они перекрыты осадками серовской свиты, а на юго-востоке – меловыми отложениями. Мощность свиты до 15 м в центральной части площади и до 25 м – на юго-востоке. Возраст ее установлен по

руководящим видам фораминифер [1] *Discorbis sibiricus* Dain и радиолярий *Dictyomitra striata* Lipman, и по положению в разрезе, как коньякский.

Зайковская свита (K_2zk) установлена восточнее линии сел Сарыкуль, Селезян, Кулат. Сложена слабо сцементированными кварцевыми песчаниками с глауконитом, с прослоями зеленых кварц-глауконитовых песчаников и ленточных глин, преобладающих в верхах разреза. Залегаet согласно на осадках камышловской свиты. Мощность свиты не превышает 10 м. Возраст осадков установлен по фораминиферам зонального вида [1] *Spiroplectamina lata* (Zasp.), характерным для сантона.

Фадюшинская свита (K_2fd) установлена восточнее оз. Бол. Сарыкуль по линии сел Бектыш, Севастьяново, Лесное. Сложена мелкозернистыми глауконит-кварцевыми «узорчатыми» песчаниками с опоково-кремнистым цементом, с прослоями кремнистых опок и песчаников с глинистым цементом. В основании иногда наблюдается слой, состоящий из галек кварца. Залегаet свита согласно на отложениях зайковской свиты и с размывом на более древних образованиях. Мощность свиты до 20 м.

Песчаники свиты имеют относительно высокое удельное сопротивление и четко выделяются каротажем. Возраст осадков определяется по наличию родов радиолярий [1]: *Histiastrum aster* Lipman, *Amphibrachium sibiricum* Lipman, характерных для кампана.

Ганькинская свита (K_2gn) установлена в восточной части площади. Западная граница отложений проходит по западному берегу оз. Мал. Сарыкуль через с. Шатрово и пос. Мирный. Обнажена в долине р. Миасс. Сложена светло-серыми мергелями, мергелистыми глинами, иногда переслаивающимися с мергелистыми песчаниками. Залегаet согласно на осадках фадюшинской свиты, а в северной части – с несогласием на выветрелых породах палеозойского фундамента. Мощность свиты колеблется от нескольких метров до 30 м. Возраст установлен по многочисленным остаткам фораминифер зональных видов [13]: *Spiroplectamina kelleri* Dain, *Gaudryina rugosa* Orb., *Eponides sibiricus* Neck. – характерных для маастрихта.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

ПАЛЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

Отложения палеогена развиты преимущественно в Зауральской зоне и представлены в основном морскими образованиями. В Восточно-Уральской зоне установлены континентальные аналоги отложений палеоценового возраста (суринская свита). В олигоцене континентальный режим устанавливается на всей площади.

ПАЛЕОЦЕН

Суринская свита (P_1sn) развита локально северо-восточнее пос. Первомайский. Представлена озерно-болотными глинами серого, темно-серого цвета, в верхах – желтоватыми или буроватыми, слоистыми, с лигнитом, с примесью песчаного и алевритового материала и с редким гравием. Залегаet несогласно на отложениях алапаевской толщи и мысовской свиты и перекрывается осадками куртамышской свиты. Мощность отложений от 8,5 до 20 м.

Отложения толщи выделяются повышенной радиоактивностью. Возраст отложений определен по споро-пыльцевым комплексам [40], в которых преобладают споры *Sphagnumsporites* sp., *Gleichenisporites laetus* (Bolch.) Bolch., характерные для палеоцена.

Талицкая свита ($P_1^{1-2}tl$) имеет очень ограниченное распространение и вскрыта в Коркинском угольном карьере и восточнее линии сел Сафоново, Миасское и пос. Лесной. Сложена темно-серыми, черными аргиллитоподобными глинами, аргиллитами, с прослоями глауконит-кварцевых песчаников на глинистом цементе. В основании свиты наблюдается слой мощностью 6–10 см из галек кварца, желваков фосфорита и марказита. Залегаet с размывом на мергелях ганькинской свиты. Мощность свиты до 10 м.

Отложения характеризуются низким удельным сопротивлением и повышенной естественной радиоактивностью. Породы охарактеризованы фораминиферами [1], среди которых обнаружены руководящие для палеоцена формы: *Anomalina praeacuta* Vas., *Rhabdammina cylindrica* Glaess., *Globigerina triloculinoides* Plumm.

Серовская свита (P_1^2sr) распространена восточнее линии г. Еманжелинск–пос. Вознесенка–пос. Баландино и на отдельных участках в северо-западной части площади. Сложена глауконит-кварцевыми песчаниками и алевролитами на кремнисто-опоковом цементе, с прослоями опок и кварцевых песчаников с опоковым цементом. Залегаet с размывом на отложениях

ях талицкой свиты и более ранних образованиях. Мощность свиты от 20–30 см до 20–м. Горизонты опок характеризуются наиболее высоким удельным сопротивлением среди покровных отложений и высокой радиоактивностью (до 18,5 мкР/ч).

Возраст отложений принят как верхний палеоцен – по положению в разрезе, полному литологическому сходству с аналогичными образованиями на смежной площади [1], где возраст их обоснован палеофаунистически и в соответствие с «Легендой Южно-Уральской серии...».

ЭОЦЕН

Ирбитская свита ($P_2^{1-2}ir$) развита восточнее линии г. Еманжелинск–пос. Исаково–пос. Степной и на небольших участках в северо-западной части площади. Обнажена на водоразделах и в долине р. Миасс. Представлена диатомитами и трепелами с примесью глауконит-кварцевого алеврита, с прослоями глауконит-кварцевых песчаников на глинистом цементе, реже опоками, приуроченными к верхней части разреза. Отложения залегают согласно на породах серовской свиты. Мощность свиты колеблется от 10 до 60 м.

В низах свиты присутствуют зональные виды диатомей [1]: *Coscinodiscus uralensis* Jouse и *C. moelleri* Ggun., характерные для нижнего эоцена. В верхах свиты определен зональный вид диатомей *Puxilla gracilis* Temp. et Forti, характерный для среднего эоцена. На этом основании возраст свиты принят как ранний–средний эоцен.

Чеганская свита ($P_2^{2-3}cg$) установлена на отдельных участках в центральной части площади. Повсеместно развита восточнее линии сел Соколово–Александровка–Кораблево–Миасское. Отложения свиты часто обнажены. Сложена листоватыми гидрослюдисто-бейделлитовыми глинами, зеленовато-серыми, желтовато-зелеными, с нитевидными прослойками слюдисто-кварцевого алеврита по слоистости. В верхах свиты увеличивается количество и мощность прослоев алеврита и мелкозернистого песка. Свита налегает на отложения ирбитской свиты с постепенным переходом. Мощность отложений увеличивается с запада на восток от первых метров до 30 м. Отложения свиты потенциально перспективны на выявление платиноносных россыпей [93]. Возраст свиты установлен по находкам фораминифер, содержащим зональный вид верхнего эоцена [1]: *Gaudryina* ex gr. *gracilis* Cushman and Laiming. Палинологический анализ показал преобладание пыльцы семейства *Fagaceae* (*Fagus* sp., *Quercus* sp., *Castanea* sp.). На этом основании возраст свиты принят как средний–верхний эоцен.

ОЛИГОЦЕН

Куртамышская свита (P_3kr) имеет сплошное распространение восточнее линии пос. Ключи–Смолинский–Баландино. Западнее этой границы сохранилась на небольших участках, часто обнажена. Представлена мелко- и тонкозернистыми песками и алевритами, в разной степени глинистыми, слюдистыми, с примесью рудного шлиха, в переслаивании с глинами белыми, светло-серыми, коричневатого-серыми. Среди глин и песков встречаются маломощные прослои оолитовых железняков (в средних и нижних частях свиты). Отложения свиты на востоке залегают согласно на отложениях чеганской свиты, на остальной территории – с размывом на нижележащих отложениях. Мощность свиты от 1,5 до 20 м. Отложения потенциально перспективны на выявление россыпей платины.

Возраст определяется по споро-пыльцевым комплексам [40]: *Betula gracilis* Pan., *B. sp.*, *Alnus* sp., *Taxodiaceae*, характерным для олигоцена.

НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

Неогеновые отложения развиты в Восточно-Уральской и Зауральской зонах – на всей площади листа N-41-VIII.

МИОЦЕН

Наурзумская свита ($N_1^{1-2}nr$) распространена по всей площади, часто обнажена. Представлена каолиновыми глинами: вверху пестроцветными, ниже – серыми, светло-серыми до белых, которые через переслаивание вниз по разрезу сменяются разнозернистыми, глинистыми, кварцевыми песками, с песчано-гравийно-галечным материалом в основании. Иногда в глинах в верхах разреза наблюдаются корочки и прослои железистых песчаников. На подстилающие

породы свита ложится с размывом. Мощность отложений варьирует от 1,5 до 15 м. В отложениях свиты установлены золотоносные россыпи.

Органических остатков в осадках свиты не обнаружено. Возраст отложений по их положению в разрезе и литологическому сходству с образованиями, отнесенными в легенде Южно-Уральской серии листов Госгеолкарты РФ масштаба 1 : 200 000 к нижнему–среднему миоцену, принят как ранний–средний миоцен.

Светлинская свита (N_1^{3sv}) распространена по площади на участках, приуроченных к тальвегам и бортам современных логов. Представлена преимущественно глинами пестроцветными (охристо-желтыми, с серыми и кирпично-красными пятнами и разводами), с различной примесью песчаного материала, иногда с гравием, галькой и мелким щебнем кварца, с железисто-марганцовистым бобовником и карбонатными конкрециями. Залегают отложения с постепенным переходом на осадках наурзумской свиты и со стратиграфическим несогласием – на различных более древних осадках. Мощность свиты от 10–20 см до 10 м. Органических остатков не обнаружено. Возраст ее по положению в разрезе и полному литологическому сходству с аналогичными отложениями на смежных территориях принят как поздний миоцен.

ПЛИОЦЕН

Жиландинская свита (N_2^{1zl}) распространена ограниченно. Приурочена к склоновым частям рельефа и подножиям. Часто пространственно связана со светлинской свитой. Представлена неслоистыми глинами кирпично-красными, плотными, пластичными, часто с карбонатными конкрециями и железисто-марганцовистым бобовником, иногда со щебнем и галькой кварца и кремней. Со светлинской свитой связана постепенным переходом. Мощность от 1 до 6 м. Органических остатков не обнаружено. Возраст ее по положению в разрезе и литологическому сходству с аналогичными отложениями на смежных территориях, принят как ранний плиоцен.

Кустанайская свита (N_2^{2ks}) распространена на всей площади в виде изолированных участков различных размеров, приуроченных к склонам долин, логов и озерных чаш. Часто пространственно связана с отложениями миоцена. Представлена преимущественно глинами буровато-коричневыми, коричневыми, зеленовато-серыми с различным количеством полевошпат-кварцевого материала, иногда со щебнисто-гравийно-галечным материалом, с карбонатными конкрециями и железисто-марганцовистым бобовником. Контакт свиты с жиландинской свитой согласный, с постепенным переходом. Мощность свиты до 14 м. Органических остатков в отложениях свиты не обнаружено. Возраст ее по положению в разрезе и литологическому сходству с аналогичными отложениями на смежных территориях принят как средний плиоцен.

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

Площадь расположена в пределах Миасс-Уйской зоны. Четвертичные образования развиты повсеместно, имеют различный генезис и возраст.

ПЛЕЙСТОЦЕН

ЭОПЛЕЙСТОЦЕН

Верхнее звено

Чумлякская свита ($a, laEII\check{c}m$) представлена аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями, ее стратотип изучен в Батуринском карьере [81]. Низ разреза сложен косослоистыми кварцевыми пылеватыми песками с гравием кварца и карбонатными стяжениями. Верхняя часть представлена темно-серыми известковистыми супесями и песчаными глинами, с карбонатными стяжениями и редким гравием кварца и опок. В верхних и нижних частях разреза развиты криогенные клинья. Венчается разрез лугостепной ископаемой почвой черноземного типа. Образования свиты выполняют эрозионные ложбины в палеорельефе и залегают на дочетвертичных образованиях. Мощность свиты до 7 м.

В составе тяжелой фракции базальных песков преобладают химически устойчивые минералы. Палеогеографический коэффициент базальных песков – 3,0, что свойственно доплейстоце-

новым образованиям. Палеогеографический коэффициент вышележащих глин – 0,28, что характерно для плейстоценовых отложений.

Из отложений были определены: *Sorex* sp., *Sicista* sp., *Cricetulus* sp., *Villanyia* sp., *Mimomys pliocaenicus*, *Allophajomys pliocaenicus*. Фауна моллюсков и остракод состоит из транзитных видов [81]. Споро-пыльцевые спектры – холоднолюбивые, лесостепного типа. «Породы чумлякской свиты имеют обратную полярность, сопоставимую с палеомагнитной эпохой матуяма. В нижней части свиты отмечается интервал пород с прямой полярностью (Чумлякский экскурс), вероятно, отвечающий палеомагнитному эпизоду Квемонатанеби-II (1,2 млн лет)» [81]. На основании приведенных данных возраст свиты принят как верхний эоплейстоцен.

НЕОПЛЕЙСТОЦЕН

Нижнее звено

Сарыкульская свита (L₁al₁sr) выделена В. В. Стефановским (1993 г.), ее стратотип изучен в Батурином карьере. Озерные и озерно-аллювиальные отложения залегают в эрозионных ложбинах и сложены в нижней части разреза серыми полевошпатово-кварцевыми песками, разнозернистыми, с галькой кварца, кремней и известковистых стяжений. Средняя часть свиты сложена темно-серыми алевритами и калишпатово-гидрослюдистыми глинами, известковистыми, с редким полимиктовым гравием и обломками раковин пресноводных моллюсков. Завершается разрез черной погребенной почвой с клиньями усыхания. Пески свиты с размывом залегают на отложениях чумлякской свиты или на дочетвертичных образованиях. Мощность до 7 м.

Палеогеографические коэффициенты базальных песков и вышележащих глин равны, соответственно, 0,08 и 0,18.

В отложениях свиты определены остатки ископаемых грызунов: *Desmana* sp., *Ochotona* sp., *Citellus* sp., *Sicista* sp., *Cricetulus* sp., *Castor* sp., *Clethrionomys* ex gr. *rutilus*, *C.* sp., *Lagurodon praepannonicus*, *Allophajomys* sp., *Mimomys intermedius*, *M. pusillus* [81]. Споро-пыльцевые спектры – степные (марево-полынные ценозы) в средней пачке и лесные, лесостепные с преобладанием пыльцы сосен и берез – в ископаемой почве. Верхняя часть средней пачки и ископаемая почва имеют прямую полярность, сопоставляемую с палеомагнитной эпохой Брюнес; нижняя часть средней пачки и базальные пески имеют обратную полярность, соответствующую эпохе Матуяма. В нижней части средней пачки интервал с прямой полярностью отвечает, видимо, палеомагнитному эпизоду Харамильо (0,9 млн лет) [81]. Приведенные данные позволяют датировать сарыкульскую свиту окончанием позднего эоплейстоцена – ранним неоплейстоценом. В соответствии со схемой стратиграфии (1997 г.) она отнесена к сарыкульскому горизонту.

Батуриная свита (L₁al₁bt). Ее стратотип изучен в Батурином карьере [81]. Она представлена озерными и озерно-аллювиальными отложениями – тонкопереслаивающимися светло-серыми кварцевыми песками, зеленовато-серыми гравийными «глиняными» [81] песками, темно-серыми и черными пылеватыми супесями и зеленовато-серыми алевритистыми глинами. Мощность слоев – 0,5–2 см, редко – до 10 см. Верхняя часть разреза сложена зеленовато-серыми алевритистыми известковистыми глинами, под которыми фрагментарно установлена погребенная почва лугового типа (батуриная). В ее основании наблюдаются мелкие криогенные клинья. Отложения свиты без эрозионного контакта залегают на сарыкульской погребенной почве. Мощность свиты до 10 м.

Из отложений определены [81] остатки костей тираспольского комплекса (бизон, носорог, слон Вюста), остатки грызунов: *Allactaga* sp., *Eolagurus* cf. *luteus*, *Lagurus transiens*, *L.* sp., (определения П. Г. Малеевой), *Mustella* cf. *nivalis*, *Citellus* sp., *Clethrionomys* sp., *Mimomys* sp., *Allophajomys* sp., *A. pliocaenicus*, *Pitimus gregaloides*, *Microtus* sp. Фауна пресноводных моллюсков представлена ассоциацией неоплейстоценовых видов умеренных широт. В комплексе микрофауны остракод доминируют проходящие плиоцен–плейстоценовые виды, широко представленные в неоплейстоцене. Споро-пыльцевые спектры – степного и лесостепного типа с господством пыльцы ксерофитов; среди древесных определена пыльца берез, ольхи и сосен.

Породы свиты имеют прямую намагниченность, сопоставимую с палеомагнитной эпохой Брюнес. В средней части разреза отмечается незначительный интервал с обратной полярностью (Батуриный экскурс), который, возможно, соответствует палеомагнитному эпизоду Дельта (635 тыс. лет). На основании приведенных данных батуриная свита датирована ранним неоплейстоценом – батуриным горизонтом.

Среднее звено

Отложения представлены аллювием исетской террасы, озерно-аллювиальными и озерными осадками уйско-убоганской свиты.

Среднеуральский надгоризонт. *Аллювий исетской террасы (a¹ll)* представлен пылеватыми полимиктовыми песками и супесями с рассеянной галькой и гравием, с редкими валунами скальных пород и линзами алевритистых глин. Отложения с размывом налегают на дочетвертичные образования. Мощность до 10 м.

Палеогеографический коэффициент аллювия – 0,1–0,3. По данным В. В. Стефановского (1990 г.) исетский аллювий в соседних районах содержит остатки фауны млекопитающих ранней стадии мамонтового комплекса, фауну пресноводных моллюсков и остракод. Возраст аллювия – ницинский и леплинский горизонты среднего неоплейстоцена.

Уйско-убоганская свита. Озерные и озерно-аллювиальные отложения (l,l,alluub) широко развиты в восточной части площади на междуречьях, где залегают в основании древних озерных ванн (нередко наследуемых современными) и в понижениях палеорельефа.

Отложения свиты представлены озерно-аллювиальными и озерными, имеющими между собой фациальные переходы. Сложены песками с гравием и переслаивающимися алевритами и глинами. Глины серые и буровато-серые, в озерных отложениях известковистые. Озерно-аллювиальные отложения залегают с размывом на более древних четвертичных или дочетвертичных образованиях, озерные – залегают без видимого размыва на отложениях батуринской свиты и с размывом на более древних образованиях. Мощность свиты до 7 м. Палеогеографический коэффициент – 0,1–0,3.

По аналогии с фаунистически охарактеризованными осадками стратотипического разреза по р. Тобол вышеописанные отложения отнесены к среднеуральскому надгоризонту среднего неоплейстоцена.

Среднее–верхнее звенья

Представлены повсеместно распространенными элювиальными, элювиально-делювиальными и делювиальными образованиями.

Элювиальные образования (e¹ll–lll) представляют собой выветрелые коренные породы, измененные до глин и суглинков с редкими обломками выветрелых нижележащих пород. Они приурочены к вершинам положительных форм микрорельефа и к верхним частям их склонов. Нижняя граница постепенная. В средних и нижних частях склонов элювий фациально замещается элювиально-делювиальными образованиями. Вещественный состав элювия во многом определяется составом подстилающих пород. Мощность 0,5–1 м.

Элювиально-делювиальные отложения (ed¹ll–lll) представляют собой описанный выше элювий, незначительно перемещенный вниз по склону. Наллегают они с большим стратиграфическим перерывом на любые нижележащие породы. Вниз по склону фациально замещаются одновозрастным делювием и отложениями верхнего неоплейстоцена. Мощность до 1,5 м.

Делювиальные отложения (d¹ll–lll) располагаются в понижениях современного микрорельефа и представлены глинами и суглинками с редким щебнем выветрелых подстилающих пород и гравием. Описываемые отложения имеют четкий контакт с нижележащими породами различного генезиса и возраста. Нижняя граница часто сопровождается карбонатизацией. Мощность не более 7 м.

Делювиальные отложения не имеют ископаемых остатков. По положению в разрезе и геоморфологической позиции отнесены в соответствии со стратиграфическими схемами Урала (1997 г.) к среднему–верхнему неоплейстоцену.

Верхнее звено

Представлено аллювиальными, озерно-аллювиальными, озерными, делювиальными и полигенетическими образованиями.

Североуральский надгоризонт. *Делювиальные образования (d¹lllsv)* покрывают склоны возвышенностей на междуречьях. Представлены бурыми глинами и суглинками со щебнем подстилающих пород и редким гравием полимиктового состава. Граница с коренными породами резкая. Мощность делювия до 3 м. На р. Зюзелга в делювиальном шлейфе нижней части склона были обнаружены (В. Петров) кости и зубы *Coelodonta antiquitatis*, *Panthera spelaea* и роговой стержень *Saiga tatarica* (определения Э. А. Вангенгейм), принадлежащие мамонтовому комплексу. Возраст – поздний неоплейстоцен.

Полигенетические образования ($L_e, IIIsv$) представлены известковистыми суглинками, супесями лессовидного облика. Залегают на более древних образованиях на пологих склонах в восточной части площади. Имеют фациальные переходы с верхней частью разрезов элювиально-делювиальных образований среднего–верхнего неоплейстоцена и делювиальными отложениями склонов. Мощность до 3 м. По сопряжению с делювием возраст образований принят как поздний неоплейстоцен.

Полярноуральский горизонт. *Делювиальные отложения* ($dIIIpu$) представлены глинами и суглинками со щебнем подстилающих пород и редким гравием. Мощность до 2 м. Покрывают склоны возвышенностей.

Аллювиальные отложения камышловской и режевской террас нерасчлененных ($aIII$) представлены полимиктовыми гравийными песками и алевритами с прослоями глин, суглинками, супесями. Они формируют аккумулятивную террасу долин рек Миасс, Зюзелга, Сухарыш; залегают на цоколе пород фундамента или морских отложениях мела–палеогена. В тыловом шве верхние горизонты аллювия фациально замещаются и перекрываются делювием североуральского надгоризонта. Мощность аллювия до 10 м.

Палеогеографические коэффициенты колеблются от 0,08 до 0,5. Из отложений аккумулятивной террасы р. Миасс Г. М. Борисовой определен комплекс спор и пыльцы древесных и кустарниковых растений: *Picea* sp., *Eupicea*, *Pinus sylvestris* L., *Betula pubescens* Ehrh., *B. verrucosa* Ehrh. и травянистых растений: *Chenopodiaceae*, *Cruciferae*, *Caryophyllaceae*, *Umbelliferae*, *Convolvulaceae*, *Artemisia* sp., *Sphagnum* sp., *Polypodiaceae*. В черте г. Челябинска в террасовых отложениях найдены остатки млекопитающих мамонтового комплекса (мамонт, шерстистый носорог, лошадь и др.). Из глинистых песков У. Мадерни определены раковины пресноводных моллюсков, сопоставляемые им с жуковским и молоксайским позднеплейстоценовыми комплексами Тургая [55]. Возраст аллювиальных отложений – поздний неоплейстоцен.

Озерно-аллювиальные отложения ($laIII$) развиты в западной части площади и в нижней части пологого уступа, разделяющего Восточно-Уральскую и Зауральскую зоны, где приурочены к периферии современных озерных ванн и водоразделам между ними. Представлены переслаивающимися песками, алевритами и известковыми глинами, залегающими с размывом на дочетвертичных образованиях. Мощность отложений до 5 м.

Озерные отложения (III) выполняют озерные ванны и развиты на периферии современных озер. Представлены песками, алевритами и зеленовато-серыми известковистыми глинами. Мощность отложений до 5 м. Палеогеографический коэффициент равен 0,11. На основании определений остатков фауны [46] возраст отложений принят как поздненеоплейстоценовый.

ГОЛОЦЕН

Представлен озерными и биогенными нерасчлененными, аллювиальными, аллювиально-делювиальными, озерными и техногенными образованиями, относящимися к **горбуновскому горизонту**.

Аллювиальные отложения ($aHgr$) распространены в руслах современных крупных рек и представлены галечниками, гравелитами, полимиктовыми песками, илистыми глинами руслового и пойменного комплексов. Мощность до 10 м. Палеогеографический коэффициент – 0,14. Голоценовый возраст аллювия пойм установлен В. В. Стефановским (1990 г.) на основании находок фауны, флоры и радиоуглеродных датировок.

Делювиально-аллювиальные отложения ($daHgr$) слагают русла современных мелких рек и притоков. Представлены песками гравийными с галькой, глинистыми песками, глинами. В обломочном материале преобладает кварц. Палеогеографический коэффициент – 0,3. Мощность до 5 м.

Озерные осадки ($IHgr$), развитые в пределах современных озерных ванн, представлены песками, алевритами, иловатыми глинами. Мощность до 2 м.

Озерные и биогенные образования ($I,plHgr$) сложены песками, глинами, иловатыми и торфянистыми, занимающими междуречья, поймы рек и периферии деградирующих озер. Мощность до 9 м. В стратотипе (район г. Ниж. Тагил) возраст пород определен по споро-пыльцевым комплексам и радиоуглеродным методом в 10 тыс. лет (Хотинский, 1977).

Венчают разрез четвертичных отложений *техногенные образования* ($tHgr^2$) в виде отвалов вблизи карьеров и других горных выработок. Максимальная их мощность (27 м) – у отвалов Коркинского карьера.

ИНТРУЗИВНЫЙ МАГМАТИЗМ И УЛЬТРАМЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Эти образования широко развиты на площади и объединены в несколько комплексов, среди которых по возрасту установлены допалеозойские, ранне, средне- и позднепалеозойские, ранне- и среднетриасовые.

ВЕНДСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Представлены **синеглазовским клинопироксенит-габбровым комплексом** (v;v;ΣV?s) габбро, клинопироксенитов и серпентинитов. Они слагают Медиакский массив (1), залегающий в виде пластины в Есаульском аллохтоне, Синеглазовский массив (7), приуроченный к зоне глубинного Челябинского разлома, серию протрузивных тел, размещенных в разновозрастных образованиях, в разрывных нарушениях системы Челябинского разлома – серию малых тел и протрузий, приуроченных к разноориентированным разрывным нарушениям различного типа – в Текельдытауской зоне. В магнитном поле большая часть тел ультраосновных пород фиксируется положительными магнитными аномалиями. В гравитационном поле они выделяются как локальные отрицательные аномалии (при преобладании в составе тел серпентинитов), так и локальные положительные аномалии. Форма тел в плане линзовидная, линзовидно-вытянутая и близкая к изометричной. Размеры меняются в широких пределах. Положение и форма в разрезе определяются для большинства из них перемещением в верхние структурные этажи при позднейшем тектогенезе по вертикальным или наклонным (надвиги) разрывным нарушениям, что обусловило их дайкообразную и пластообразную форму. Синеглазовский массив сохранился в виде крупного изометричного в плане и разрезе останца в более поздних габбро вознесенского комплекса. У протрузивных тел контакты резкие, с маломощными зонами дробления, рассланцевания, с глинами трения.

Соотношения пород, слагающих отдельные массивы комплекса, неоднозначные. В Медиакском массиве установлено пересечение габброидами пироксенитов в виде маломощных даек и частично – замещение пироксенитами апогарцбургитовых серпентинитов. В Синеглазовском массиве и других мелких телах установлена отчетливая расслоенность пироксенитов и габброидов, являющихся внутрикамерными «фазами становления».

Медиакский массив представляет собой тектоническую пластину, падающую на север под углом 20°. В плане он ориентирован в широтном направлении, его размеры 1,5×3,5 км. В массиве развиты антигоритовые серпентиниты, образованные по гарцбургитам и частично – лерцолитам (прил. 18), пироксениты (ряда вебстерита) и габбро (нормооливиновые монцонориты). Пироксениты и габбро установлены в изолированных от серпентинитов блоках, но отмечены дайкоподобные тела серпентинитов в пироксенитах, а с другой стороны наблюдается пироксенизация серпентинитов. Апогарцбургитовые серпентиниты имеют мелкопетельчатое строение с развитием в швах ядер пылевидного магнетита и мелкопластинчатого паркетовидного антигорита в ядрах петель. Изредка встречаются единичные полигональные зерна с секториальным строением и «облачным» бета-лизардитом в центре зерен, вероятно, связанные с позднейшими процессами. Изредка отмечаются порфиробласты бастита по ромбическому пироксену. Рудные минералы: магнетит и, редко – хромит. Пироксениты частично серпентинизированы, имеют порфиroidную структуру с панидиоморфнозернистым базисом. Состоят из диопсида, отмечается присутствие жадеита (?) (с:Ng=35–40°). Рудные минералы: магнетит и халькопирит. Габбро, средне- и мелкозернистые, имеют такситовую, иногда полосчатую текстуру, состоят из диопсида (55 %) и плагиоклаза, полностью замещенного эпидот-цоизитовым агрегатом.

В Синеглазовском массиве разрез представлен амфиболизированными пироксенитами с подчиненными «прослоями» габбро мощностью 2,5–7 м. Переходы от пироксенитов к габбро

постепенные, через плагиоклазсодержащие разности первых. Акцессорные минералы в пироксенитах и габбро: циркон (розовый), рутил, апатит, сфен; рудные минералы: магнетит, пирротин, реже – ильменит и пирит.

Серпентиниты сильно магнитны ($4\ 000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ), их средняя плотность в разных телах изменяется в пределах $(2,60-2,65) \cdot 10^3$ кг/м³. Пироксениты имеют плотность $3,25 \cdot 10^3$ кг/м³ и сильно магнитны (до $56\ 000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ). Средняя плотность габбро в разных телах изменяется от $2,84 \cdot 10^3$ до $3,07 \cdot 10^3$ кг/м³. Среди них встречаются как немагнитные, так и сильномагнитные разности (до $11\ 000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ). Естественная радиоактивность всех групп пород составляет 0,6–1,2 мкР/ч.

Породы комплекса подверглись процессам серпентинизации и амфиболизации. Геохимические характеристики пород приведены в приложении 21. В Медиакском массиве под влиянием даек гранитоидов и лампрофиров увеличиваются содержания свинца, молибдена, бария, стронция, олова и циркония. В Синеглазовском массиве в результате воздействия более молодых магматитов в породах повышены содержания меди, цинка, свинца, олова, иттербия.

Анализ состава пород (прил. 18) указывает на принадлежность исходных пород комплекса к ряду (дунит)–гарцбургит–пироксенит–габбро с переменными количествами оливина, клино- и ортопироксенов. Их нормативный состав отвечает гарцбургитам, вебстеритам, оливинным вебстеритам, габброноритам, монцогаббро и оливинным эссекситам. Наличие нормоортоклаза и нормонфелина (петрографически неуставленных) может указывать на «подщелочность» пород. По соотношениям фемических компонентов [3] ультрабазиты соответствуют магматическим породам и близки дунитам, верлитам и клинопироксенитам Платиноносного пояса Урала. На диаграмме CaO-Al₂O₃-MgO [9] составы пород располагаются в области котектики диопсида–анортита–форстерита (20 кбар).

В пироксенитах Синеглазовского массива присутствует платина (0,05–0,06 г/т), а в шлиховых пробах к юго-востоку от него обнаружен невянскит (167 мг/м³). В Медиакском массиве имеются жилы асбеста.

Пироксениты содержат ксенолиты пород протерозойского кристаллического фундамента. В то же время ксенолиты габбро синеглазовского комплекса установлены в диоритах вознесенского комплекса. Рубидий–стронциевым методом возраст пироксенитов Синеглазовского массива определен в 500–550 млн лет [8]. На основании этих данных возраст синеглазовского комплекса принят вендским.

КЕМБРИЙСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Представлены **смолинским диорит-тоналитовым комплексом** ($\delta\mathcal{C}?$ s) мигматитов, диоритогнейсов и кварцевых диоритов нерасчлененных, слагающих Смолинский массив (2) в восточной, и небольшие тела в западной частях полиформационного Челябинского плутона (Кочкарско-Адамовская СФЗ) и Азбаевский аллохтонный массив (10) в юго-восточном углу площади (Нижнесанарско-Текельдытауская СФЗ).

С востока Смолинский массив срезан Челябинским разломом, с запада – прорван гранитоидами полетаевского комплекса. С юга к нему примыкают базальтоиды саргазинской толщи, часто имеющие с ними тектонические контакты. Постепенный характер перехода от пород комплекса к гнейсовому субстрату городской и харлушинской толщ обуславливает сложный рисунок границы между ними. Азбаевский массив залегает в Белоусовском аллохтоне, надвинутом на метаморфиты леснинской толщи. Образованиям комплекса отвечает отрицательное магнитное поле различной интенсивности. В южной части Смолинского массива магнитное поле знакопеременное, обусловленное присутствием большого количества реликтов субстрата и обогащением пород магнетитом в зонах тектонических нарушений. На фоне отрицательного гравитационного поля над Челябинским плутоном образования смолинского комплекса в нем фиксируются повышением силы тяжести. Азбаевский массив, окруженный метаморфитами леснинской толщи, отмечается локальной отрицательной аномалией Δg_b .

Смолинский массив сложен мигматитами апогнейсовыми, диоритогнейсами апоамфиболитовыми и апогнейсовыми, кварцевыми диоритами, между которыми существуют постепенные структурные и вещественные переходы. В целом диоритогнейсы и кварцевые диориты преобладают в южной и северной частях массива, а в средней его части отмечается неравномерное распределение мигматитов и диоритогнейсов.

Мигматиты и диоритогнейсы представлены порфиробластическими линзовидно-полосчатыми очковыми разностями с гломеропорфиробластовой структурой, с различным количеством порфиробластов плагиоклаза и роговой обманки. В полях развития диоритогнейсов они повсе-

местно содержат останцы пород субстрата (амфибол-биотитовых, биотит-амфиболовых гнейсов и амфиболитов) величиной от долей сантиметра до нескольких метров. В таких участках появляются агматитовые и теневые мигматиты. Для диоритогнейсов также характерны порфиробластовые и разнозернистые такситовые текстуры и наличие переходных разностей от мелано-мезократовых к лейкократовым. Минеральный состав мигматитов и диоритогнейсов идентичен, но колеблется в широких пределах (в %): плагиоклаз (30–50), амфибол (1–25), кварц (8–20), биотит (1–13), калишпат (3–15), эпидот (3–10). Плагиоклаз порфиробластов – ряда андезина, реже – анортит, иногда сложно зонален, полисинтетически сдвойникован, часто содержит включения мелкозернистого матрикса гнейсов, зерна кварца, биотита, амфибола, замещается эпидотом. Амфибол имеет железистость 0,35–0,50, замещается биотитом, хлоритом. Биотит, с железистостью 0,39–0,47, образует сростки с амфиболом или замещает его, часто хлоритизирован. Калишпат – нерешетчатый промежуточный ортоклаз. Акцессорные минералы: сфен, ортит, апатит, гранат, циркон, рутил, кианит, муассанит; рудные минералы: пирит, ильменит.

Средняя плотность пород комплекса – 2,73 г/см³ при колебаниях от 2,66 до 2,88 г/см³. Плотность мигматитов заметно понижается при увеличении степени плагиоклазового порфиробластеза. Магнитная восприимчивость составляет $50\text{--}4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ, естественная радиоактивность пород – 11–13 мкР/ч.

Химический состав пород комплекса (прил. 19) в целом отвечает составам диоритов, монцодиоритов и их кварцевых разностей с калиево-натриевым типом щелочности ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}=1,22\text{--}1,92$). При мигматизации субстрата и переходе мигматитов к диоритогнейсам с увеличением кремнекислотности происходит снижение содержаний окислов железа, магния, кальция при незначительном увеличении содержаний оксидов натрия и калия и росте $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$. Геохимическая характеристика пород приведена в приложении 21. По содержанию рубидия и бария они близки к палингенным диоритам. Азбаевский массив имеет аналогичный состав.

Породы комплекса сложно дислоцированы, испытали позднейший метасоматоз под влиянием гранитоидных интрузивных комплексов и интенсивные тектонические деформации, особенно в зоне Челябинского разлома. Жильными породами комплекс не сопровождается. Его образования вмещают золотоносные кварцевые жилы. Судя по геологическим, петрографическим и петрохимическим особенностям мигматитов и диоритогнейсов, они наследуют состав, ассоциацию акцессорных минералов, текстурные особенности вмещающих гнейсовых толщ.

Существует представление о магматической природе образований смолинского комплекса [2]. Последовательность кристаллизации минералов определена по количеству фтора в апатитах-узниках [11]. Заметим следующее: кроме апатита, образующего включения во всех минералах, присутствует метасоматический игольчатый апатит, пронизывающий зерна различных минералов [47]; всеми предыдущими исследователями отмечались процессы неоднократной позднейшей калишпатизации; сфен образует как минимум две генерации – выделяющийся при замещении амфибола биотитом, и более поздний, включающий биотит, амфибол, апатит и циркон; в Смолинском массиве в незначительном объеме присутствуют агматиты с лейкосомой состава кварцевых диоритов, указывающие на проявление процессов палингенного анатексиса и формирование комплекса при ультраметаморфизме гнейсового субстрата в условиях амфиболитовой фации.

Возраст смолинского комплекса определяется следующим. Активного воздействия Смолинского массива на прилегающие с юга породы саргазинской толщи не наблюдается. Мигматиты и диоритогнейсы пересечены дайками плагиогранит-порфиров и плагиоадамеллитов, по всем характеристикам идентичным плагиогранитам вознесенского комплекса, описанного ниже, и дайкой риодацита, аналогичного таковым саргазинской толщи. Продукты размыва пород Смолинского, Азбаевского массивов и их обрамления представлены, вероятно, в отложениях увельской свиты (лист N-41-XIV), на 50 % сложенных аркозовыми песчаниками [94]. Данные по абсолютному возрасту пород смолинского комплекса, полученные К-Аг методом, имеют разброс от 415 до 239 млн лет, и отвечают времени всех последующих этапов интрузивного магматизма (рис. 3). Уран-свинцовым методом по цирконам из гнейсов и мигматизированных гнейсов городской толщи установлено два возрастных уровня: $1\,928\pm 146$ млн лет отвечает времени формирования гнейсов; 531 ± 20 млн лет – время интенсивного ареального метаморфизма (мигматизации), с которым связано нарушение уран-свинцовой изотопной системы в цирконах [5], и отвечает времени формирования мигматитов, а следовательно образований смолинского комплекса. Близкие значения времени ареального реоморфизма (531 ± 43 млн лет) получены также для пород самарской толщи. На основании изложенных данных возраст смолинского комплекса нерасчлененных мигматитов, диоритогнейсов и диоритов принят кембрийским.

Рядом исследователей (Б. К. Львов и др.) возраст образований смолинского комплекса считается позднедевонским или даже раннекаменноугольным на основании данных изотопного (К-

Аг) датирования горных пород, приведенных в приложении 11, а также из предположения об интрузивном контакте диоритов с вулканитами саргазинской толщи.

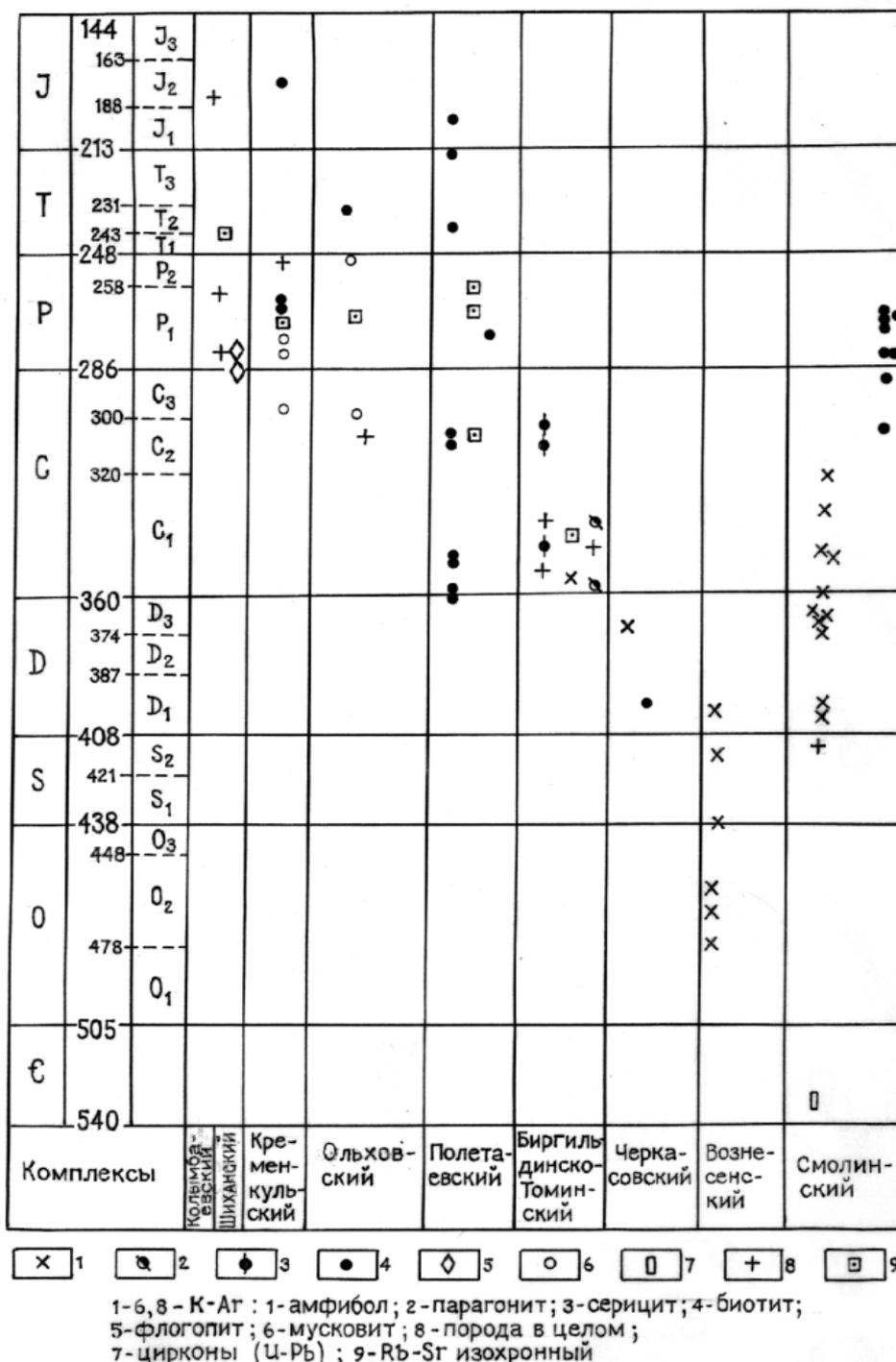


Рис. 3. Абсолютный возраст магматических комплексов.

РАННЕ-СРЕДНЕОРДОВИКСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Саргазинские субвулканические образования ($\beta; \lambda O_{1-2} ? sr$). С саргазинской толщей генетически связаны малые тела и дайки базальтов, долеритов и риодацитов, риолитов. Развита преимущественно в Кочкарско-Адамовской СФЗ в полях развития толщи и реже – в образованиях смолинского комплекса, имеют с ними секущие контакты. Расположение тел и даек в плане контролируется меридиональными зонами нарушений. Мощности тел 1–6 м, редко – несколько десятков метров, площади выходов – до 0,7 км². Крупные тела фиксируются положительными (базальты) или отрицательными (риолиты) аномалиями поле силы тяжести интенсивностью до 1 мГал. Залегание даек и тел крутое, в них встречаются ксенолиты вулканитов и

туфогенных пород вмещающей толщи. В краевых частях тел базальтов они тонкозернисты и скрытозернисты, иногда микропорфировые с флюидальной миндалекаменной текстурой, в центральных частях имеют микродолеритовую и офитовую структуры, с вкрапленниками плагиоклаза (андезина) и пироксена, замещенного уралитом. По химическому составу среди них выделяются две группы (прил. 19): средне- и высокотитанистые и, соответственно, нормально- и высокожелезистые. При общем низком содержании калия, вторые – более калиевые. По нормо- составу отвечают двупироксеновым оливиновым базальтам, но слабомagneзиальным.

Риодациты и, реже, риолиты образуют аналогичные по форме дайки и тела, часто содержат вкрапленники кварца и олигоклаза; базис тонкозернистый. Особенностью их химического состава является высокая титанистость, железистость и магнезиальность в сравнении с другими кремнекислыми породами площади. По содержаниям Rb (35 г/т) и Sr (116 г/т) они близки к породам саргазинской толщи и вознесенского комплекса.

Радиоактивность всех разновидностей пород невысока (базальты – 2–4 мкР/ч, риодациты – 3–6 мкР/ч). Средняя плотность базальтов – $2,91 \cdot 10^3$ кг/м³, они практически немагнитны и мало отличаются по этим параметрам от вмещающих пород. Плотность риолитов – $2,65 \cdot 10^3$ кг/м³, а риодацитов – $2,68 \cdot 10^3$ кг/м³.

Петроминералогические и геохимические особенности пород не вызывают сомнения в их генетическом единстве с вулканитами саргазинской толщи. Возраст их принят как ранне-среднеордовикский.

СРЕДНЕОРДОВИКСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Представлены **вознесенским габбро-диоритовым комплексом** габбро, габбродиоритов, кварцевых диоритов, тоналитов и плагиогранитов, развитых в виде небольших массивов, тел и даек, приуроченных к зонам разломов субмеридионального простираения в Кочкарско-Адамовской СФЗ. Размеры тел и даек от нескольких до первых сотен метров, в более крупных из них установлено трехфазное строение: *первая фаза* – габбро, габбродиориты ($vO_2 \frac{1}{4}$); *вторая* – диориты, кварцевые диориты ($\delta O_2 \frac{1}{2}$); *третья* – плагиограниты ($r\gamma O_2 \frac{1}{3}$), малые тела и дайки плагиогранит-порфиров ($r\gamma\pi O_2 \frac{1}{3}$). Наиболее крупный массив – Вознесенский (8). Образования комплекса прорывают породы саргазинской толщи и образуют дайки (плагиограниты) в породах смолинского комплекса.

Вознесенский массив приурочен к зоне субмеридионального магмоподводящего прото-разлома вблизи осевой зоны ордовикского палеорифта и представляет собой крутопадающее тело с размерами в плане $2,6 \times 12$ км. Массив трехфазный, вмещающие породы подвергнуты контактовому метаморфизму. Площади развития габбро и габбродиоритов первой фазы отвечает локальная положительная аномалия Δg_B и отрицательное магнитное поле с разноориентированными локальными положительными аномалиями. Диориты и кварцевые диориты второй фазы и плагиограниты третьей фазы фиксируются локальной отрицательной аномалией силы тяжести; в магнитном поле практически не картируются.

Последовательность внедрения фаз установлена во многих массивах. Характерным для комплекса являются взаимопереходы между родственными породами отдельных фаз, такситовое строение во всех телах.

Габбро первой фазы мелкозернистые с апогаббровой, апоофитовой, пойкилоофитовой структурой. Плагиоклаз деанортизирован (№ 33). В нормативном составе отмечаются диопсид и гиперстен. Акцессорные минералы: сфен, апатит, циркон; рудные минералы: ильменит, магнетит, пирит. Диориты, кварцевые диориты второй фазы средне-мелкозернистые, состоят из плагиоклаза, амфибола, замещенного хлоритом, карбонатом, эпидотом, и кварца. Кварц (15–32 %) выполняет угловатые промежутки между плагиоклазом и темноцветными или цепочки зерен, разделяющих другие минералы. Акцессорные минералы: сфен, циркон, рутил; рудный пирит. Плагиограниты третьей фазы имеют средне-мелкозернистый базис с зернисто-призматической и оксиофитовой или графической структурой, весьма характерной для плагиогранитов комплекса. Структура пород часто порфировидная. В составе пород: кварц (до 42 %), плагиоклаз (35–50 %), биотит и амфибол (до 2 %). Акцессорные минералы: циркон, турмалин, гранат, ставролит, апатит; рудные минералы: пирит, халькопирит, ильменит.

Анализ химического состава пород (прил. 19) отчетливо показывает их единый тренд, постепенное изменение составов. Фоновые содержания элементов в породах обычно ниже кларковых (прил. 21). Характерной особенностью плагиогранитов является редкоземельная геохимическая специализация. Габброиды комплекса имеют плотность $2,82 \cdot 10^3$ кг/м³, кварцевые диориты и тоналиты – $2,66 \cdot 10^3$ кг/м³, плагиограниты – $2,69 \cdot 10^3$ кг/м³. Все породы практически

немагнитны, в отдельных участках магнитная восприимчивость диоритов и плагиогранитов достигает $380 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ. Радиоактивность пород низкая – 1–4 мкР/ч, что является их отличительной особенностью.

Породы всех фаз сопровождаются жильными образованиями. Габброиды амфиболизированы и участками биотитизированы. Породы второй и третьей фаз неравномерно пропилитизированы. По пропилитизированным породам локально развиты карбонат-серицитовые метасоматиты. Вблизи разломов магматиты катаклазированы, здесь же проявлена и биотитизация. Плагиограниты комплекса вмещают золото-кварцевые жилы. В корях выветривания плагиогранитов установлены высокие содержания редких земель.

Графические структуры, порфирированность пород указывают на мезоабиссальный уровень становления образований комплекса, а низкие содержания рубидия и стронция, отношение $Sr^{87}/Sr^{86}=0,70536$ – на их мантийный источник.

Породы комплекса близки по составу к субвулканическим образованиям саргазинской толщи. Абсолютный возраст кварцевых диоритов (К-Аг) составляет 469 ± 24 ; 480 ± 15 ; 438 ± 25 и 458 ± 15 млн лет [40], что отвечает интервалу от раннего до позднего ордовика. Тела и массивы прорывают образования саргазинской толщи. На основании этих данных возраст вознесенского комплекса принят среднеордовикским.

ПОЗНЕДЕВОНСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Черкасовский диоритовый комплекс ($\delta D_3?c$) представлен редкими дайками диоритов и кварцевых диоритов в Кочкарско-Адамовской СФЗ и массивами разных размеров – в Нижнесарнаско-Текельдытауской СФЗ. В последней они образуют группы субмеридионально ориентированных массивов у пос. Октябрьский и сел Ханжино, Черкасово и Миасское. Приурочены к субмеридиональным разрывным нарушениям или находятся в аллохтонном залегании. Площадь массивов 3–12 км². Диориты и кварцевые диориты прорывают образования ильиново-саргазинского комплекса и каясанской толщи, перекрываются отложениями нижнего карбона, или надвинуты на них (с. Черкасово). Площади их развития отвечает спокойное отрицательное или положительное магнитное поле. Отдельные массивы отмечаются слабopоложительными локальными аномалиями. В гравитационном поле не картируются. Контакты тел (не тектонические) не изучены.

Массивы сложены диоритами и кварцевыми диоритами с гипидиоморфнозернистой, иногда порфирированной структурами. Породы состоят из переменных количеств кварца, среднего плагиоклаза, роговой обманки и редко микроклина (3–10 %). Акцессорные минералы: апатит, циркон, магнетит. Плотность пород – $(2,79–2,84) \cdot 10^3$ кг/м³ (по 7 образцам), магнитная восприимчивость – $(27–104) \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ. Геохимическая характеристика их приведена в приложении 21. Формационная принадлежность комплекса не установлена по причине слабой изученности. В Кочкарско-Адамовской СФЗ дайки диоритов прорывают базальты саргазинской толщи. Учитывая взаимоотношения даек и массивов с окружающими породами и результаты определения их абсолютного возраста К-Аг методом (372 ± 10 и 397 ± 11 млн лет), возраст комплекса принят как поздний девон.

ПОЗНЕДЕВОНСКИЕ–РАННЕКАМЕННОУГОЛЬНЫЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Представлены массивами и малыми телами диоритов и кварцевых диоритов, их порфирированных разновидностей гипабиссального уровня становления, объединенными в **биргильдинско-томинский диоритовый комплекс** ($\delta, q\delta D_3-C_1bt$). Развиты только в Кочкарско-Адамовской СФЗ. Массивы и малые тела расположены большей частью среди вулканитов саргазинской толщи, где их размещение строго контролируется парагенезисом разрывных нарушений северо-восточного и северо-северо-западного направлений.

Здесь массивы в поле базальтов фиксируются локальными отрицательными аномалиями силы тяжести, повторяющими в плане форму массивов, и сложным магнитным полем.

Между породами комплекса существуют постепенные переходы, они часто имеют серийно-порфирированную структуру, содержат ксенолиты то более основных, то более кислых пород среднего ряда этого же комплекса с различной степенью кристалличности, количеством и составом вкрапленников. В кварцевых диоритах отмечаются: кварц (7–15 %), образующий вкрапленники до 2–5 мм, плагиоклазы № 32–45 (до 55 %), роговая обманка (10–20 %), замещенная пиритом и хлоритом. Диориты содержат во вкрапленниках меньше кварца (1–3 %), хлоритизированную

роговую обманку (10–20 %) и плагиоклаз (15–25 %), замещенный карбонатом и слюдистыми агрегатами. Структура пород аллотриоморфнозернистая. Акцессорные минералы в группе диоритоидов: сфен, турмалин, гранат, циркон, рутил, анатаз; рудные минералы: ильменит, халькопирит, галенит, сфалерит, арсенопирит. Диориты относятся к натриевой серии, а кварцевые диориты – к калиево-натриевой. Средняя плотность пород – $2,73 \cdot 10^3$ кг/м³, по которой они не отличаются от пород березняковской толщи. Породы немагнитны, их радиоактивность – 5–7 мкР/ч. Геохимическая характеристика пород приведена в приложении 21.

Массивы гипабиссального уровня становления сопровождаются ореолами метасоматитов пропилитовой и кварц-серицитовой формаций, вмещают медно-порфиновые руды. С образованиями комплекса парагенетически связаны проявления полиметаллов.

Образования комплекса составляют с вмещающей их березняковской толщей, возраст которой определен как D₃–C₁, единый вулканоплутонический комплекс. Диориты комплекса прорывают карбонатные породы клубничной толщи и несогласно перекрываются красноцветными туфами таяндинской толщи. Абсолютный возраст диоритоидов, определенный калий-аргоновым методом, составляет 336 ± 10 – 359 ± 9 млн лет (прил. 20). Изохронным рубидий-стронциевым методом для порфировых диоритов установлен возраст 341 ± 6 млн лет [40]. Приведенные данные позволяют датировать биргильдинско-томинский комплекс как позднедевонский–раннекаменноугольный.

Березняковские субвулканические образования (αD₃–C₁bz) расположены в области развития пород березняковской толщи, с вулканитами которой они составляют единую вулканоплутоническую ассоциацию и представлены андезитами. Размеры тел варьируют в больших пределах – от даек мощностью 1–2 м до массивов площадью в несколько квадратных километров. Форма массивов в плане обычно изометричная, со сложной конфигурацией контактов. В разрезе они имеют форму сужающихся книзу штоков или силлов и фиксируют положение палеовулканических построек.

Краевые части массивов диоритов часто также сложены порфировыми андезитами со скрытозернистым базисом, не отличимыми по составу и облику от субвулканических силлоподобных тел и лавовых фаций среди туфов. Переходы между собственно диорит-порфиритами и андезитовыми разностями постепенны, границы между ними проводятся по смене полнокристаллического базиса апостекловатым.

В андезитах акцессорные минералы представлены апатитом, цирконом; рудные минералы – пиритом, сфалеритом. По химизму породы отвечают породам натриевой серии нормального ряда (прил. 20).

Массивы субвулканического уровня становления сопровождаются (в рудных полях) метасоматитами березитовой и кварц-серицитовой формаций, вмещают проявления и месторождение золота золото-порфирового типа.

Близость составов и геохимических особенностей субвулканических андезитов к андезитам лав в разрезах толщи позволяют считать их одновозрастными.

СРЕДНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Представлены **полетаевским гранодиорит-гранитовым комплексом**, объединяющим массивы и малые тела гранитов и гранодиоритов, и дайки аналогичного состава, развитые в Кочкарско-Адамовской СФЗ, где ими сложен Полетаевский массив (5), занимающий большую часть Челябинского плутона, и небольшой Увельский массив в юго-западном углу площади. Массивы залегают среди разновозрастных образований, имея с ними активные контакты, иногда тектонически нарушенные. Комплекс двухфазный: *первая фаза* представлена гранодиоритами (γδC₂p₁), *вторая* – гранитами (γC₂p₂), сопровождающимися собственными жильными дериватами – гранодиорит-порфирами и гранитами, гранит-порфирами соответственно (γπC₂p). Между гранитами и гранодиоритами отмечаются также фациальные переходы, а в краевых частях они сопровождаются зонами гранитизации с появлением пород переменного гранодиоритового состава.

Наиболее крупный Полетаевский массив имеет У-образную форму, обусловленную особенностями распределения регионального поля напряжений во время образования гранитоидов. Он имеет интрузивные контакты с метаморфитами гнейсовых толщ и диоритогнейсами смолинского комплекса, на юге – с вулканитами саргазинской толщи. В разрезе имеет форму вытянутого эллипсоида с глубиной залегания подошвы около 6 км.

Массиву отвечает глубокий минимум силы тяжести, на фоне которого гранитизированным образованиям отвечает относительное повышение Δg_B . Магнитное поле спокойное, отрицательное.

Внешние части массива представлены биотитовыми и, реже, амфибол-биотитовыми гранодиоритами первой фазы, такситовыми, гнейсовидными, а центральная его часть сложена биотитовыми, иногда лейкократовыми двуполевошпатовыми микроклиновыми гранитами (адамеллитами) второй фазы, порфиroidными, среднезернистыми.

Гранодиориты имеют переменный химический и минеральный состав: кварц (2–27 %), плагиоклаз (35–43 %), калишпат (19–24 %), биотит (5–15 %). Неравномерность состава выражается в их такситовом строении, вариациях содержаний биотита и калишпата. Картина усложняется еще и позднейшей наложенной калишпатизацией и биотитизацией. В породах отмечаются участки ассимилированных пород субстрата, представленные (по сохранившимся структурам) плагиогранитами и кварцевыми диоритами. Для первых характерны графические сростания кварца и плагиоклаза, идентичные структурам плагиогранитов вознесенского комплекса. Встречаются реликты гнейсов, амфиболитов по пироксенитам. Структура пород гипидиоморфнозернистая, порфиroidная с выделениями плагиоклаза и калишпата. Плагиоклаз часто зональный. Микроклин решетчатый, пертитовый. Акцессорные минералы: гранат, апатит, циркон, реже турмалин и кианит. Среди цирконов отмечаются характерные уплощенные кристаллы, представленные и в гранитах, а также округлые зерна апатита [47]. Плотность гранодиоритов колеблется от $2,62 \cdot 10^3$ до $2,83 \cdot 10^3$ кг/м³, при средней – $(2,66–2,70) \cdot 10^3$ кг/м³. Породы немагнитны, их радиоактивность составляет 4–37 мкР/ч, при средней – 19 мкР/ч. Геохимические гранодиориты близки к гранитам, но в них более заметны вышекларковые содержания ванадия и титана (прил. 21). По химсоставу гранодиориты отвечают нормальным натриево-калиевым породам (прил. 20), с незначительным преобладанием в некоторых разновидностях Na₂O над K₂O.

Средний состав гранитов: плагиоклаз (35–36 %), калишпат (27 %), кварц (28 %), биотит (8 %). Плагиоклаз иногда зональный. Пертитовый калишпат образует порфиroidные выделения или ксеноморфные зерна. Его состав отвечает ортоклазу и промежуточному ортоклазу (30–35 %) и низкому микроклину (65–70 %). Акцессорные минералы: рутил, кианит, корунд, апатит, гранат, циркон, сфен, монацит; рудные минералы: магнетит, ильменит, пирит. Плотность гранитов – $(2,65–2,67) \cdot 10^3$ кг/м³, они немагнитны. Радиоактивность их изменяется от 10 до 46 мкР/ч, при средней – 26–37 мкР/ч. По химическому составу граниты отвечают породам нормального ряда с калиево-натриевым типом щелочности (прил. 20). Геохимическая характеристика гранитов приведена в приложении 21.

В гранитах отмечаются признаки контаминации: появляются зерна пирротина, хромита, красной шпинели, муассanita, что указывает на сложный состав субстрата, поглощенного расплавом. В зонах постинтрузивных деформаций широко развиты дробление и милонитизация и бластомилонитизация пород, сопровождаемые эпидотизацией и калишпатизацией, реже – биотитизацией и мусковитизацией.

Дайки гранит-порфиroidов, гранодиорит-порфиroidов и лейкократовых гранитов немногочисленны; первые из них иногда имеют пегматоидное строение.

В северо-восточной части массива и его западной части в областях развития пород смолинского комплекса развиты своеобразные породы гранодиоритового ряда. Субстрат их аналогичен описанным ранее диоритогнейсам смолинского комплекса. В них сохраняются гломеро-порфиroidбластовые агрегаты сдвойникового сосюритизированного плагиоклаза, амфибол, кварц, биотит. Темноцветные образуют стустковые обособления. По амфиболу развивается биотит, по биотиту – хлорит, с выделением магнетита, сфена, рутила. Породы в различной степени калишпатизированы с образованием гранодиоритов переменного состава и отличающихся от вышеописанных гранодиоритов наличием реликтового амфибола, присутствием переходных к кварцевым диоритам магнезиальных и известковистых разновидностей. Эти «гранодиориты» имеют отчетливо порфиroidбластовую структуру и такситовое сложение. Микроклин порфиroidбластов решетчатый и нерешетчатый, с включениями плагиоклаза, амфибола и биотита исходных диоритоидов. В отличие от гранитов и гранодиоритов собственно полетаевского комплекса, указанные «гранодиориты» содержат больше титана, скандия, меди, цинка, свинца, но меньше молибдена и иттрия (прил. 21).

Изменения состава пород полетаевского комплекса, общность их геохимических характеристик, примесь ксеногенного материала, наличие даек обеих фаз указывает на формирование всего ряда пород в едином магматическом очаге, прикровлевые части которого активно взаимодействовали с породами гетерогенного субстрата, ассимилируя, либо гранитизируя его. Диоритогнейсы смолинского комплекса в надинтрузивной зоне гранитов были гранитизированы (повторно мигматизированы) с формированием гранодиоритов с реликтовым амфиболом. От-

ношение изотопов $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ в гранитах изменяется от 0,70529 до 0,70768, подтверждая их формирование из неоднородного субстрата.

По данным [9] гранитоиды комплекса относятся к адегаллит-гранитной формации, сформированной в глубинных условиях, а исходной служила магма адегаллитового состава [68]. По расплавленным включениям определено, что становление гранитов происходило на глубине 2–3 км при температуре от 800 до 840 °С.

Гранитоиды комплекса прорывают нижнекаменноугольные отложения (Увельский массив). Рубидий-стронциевым методом возраст гранитов определен в 308 ± 9 млн лет, калий-аргоновым – 307 ± 7 млн лет. Определения абсолютного возраста гранодиоритов дают разброс от 298 до 333 млн лет. Учитывая эти данные, возраст комплекса принимается среднекаменноугольным.

РАННЕПЕРМСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Развиты во всех СФЗ. Представлены небольшими массивами и дайками гранитов, объединенных в **ольховский гранит-лейкогранитовый комплекс** ($\gamma; \text{L}\gamma; \text{L}\text{P}_1 \text{ol}$). В Кочкарско-Адамовской СФЗ они слагают небольшой массив, приуроченный к осевой зоне Кременкульско-Азбаевского глубинного сдвига в восточной части Челябинского плутона и сохранились в краевых частях Кременкульского массива (4). На остальной площади они образуют многочисленные разноориентированные дайки.

Наиболее полно существенно порфировидные граниты комплекса представлены в Митрофановском массиве (6). Митрофановский массив образует в плане тело овальной формы площадью около 40 км², с востока срезан Челябинским разломом, прорывает образования городской толщи и смолинского комплекса, содержит их ксенолиты. В северо-восточной части граниты прорваны малыми телами кременкульского комплекса. В разрезе массив имеет пластообразную форму с пологим падением на северо-запад; мощность его до 700 м.

В магнитном поле картируется положительной аномалией интенсивностью 300–500 нТл. В поле силы тяжести ему отвечает локальная отрицательная аномалия.

Массив сложен среднезернистыми порфировидными и крупнозернистыми биотитовыми гранитами с массивной и реже полосчатой текстурой. В контактах с диоритами иногда появляется пегматоидное строение. Структура пород гипидиоморфнозернистая до аллотриоморфнозернистой. Граниты состоят из плагиоклаза (33 %), калиевого полевого шпата (33 %), кварца (30 %), биотита (до 5 %), иногда с мусковитом. Микроклин решетчатый, с небольшим количеством пертитов. Плагиоклаз (олигоклаз) образует идиоморфные зерна, иногда зонален. Кварц – в виде угловатых зерен, часто образует скопления. Биотит плеохроирует в буровато-зеленых тонах. Акцессорные минералы: циркон, апатит, сфен, монацит, редко – рутил, анатаз, ксенотим, гранат, флюорит, торит, кианит, корунд, эвксенит; рудные минералы: пирит, ильменит, магнетит [68]. Плотность гранитов – $(2,57–2,60) \cdot 10^3$ кг/м³, магнитная восприимчивость – $223 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ ($\chi_{\text{max}} = 1 \cdot 500 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ). Радиоактивность пород – 27 мкР/ч. Геохимическая характеристика гранитов приведена в приложении 21. По химизму (прил. 20) они отвечают умереннощелочным гранитам калиево-натриевого типа. Вторичные изменения проявлены слабо: плагиоклаз замещается мусковитом, около трещин отмечается грейзенизация. Граниты иногда калишпатизированы с образованием крупных (до 3 см) порфиробластов калишпата.

Жильные породы представлены гранит-порфирами и лейкократовыми гранитами. Граниты комплекса относятся к умереннощелочной лейкогранитовой формации, сформированы в мезоабиссальных условиях. Дайки прорывают отложения среднекаменноугольного возраста. Возраст гранитов определен различными радиологическими методами и составляет 268 ± 7 млн лет (Rb-Sr) в юго-восточной части массива, 310 млн лет (K-Ar, валовая проба) и 250 млн лет (K-Ar, микроклин) – в юго-западной его части. Возраст комплекса принят как раннепермский.

ПОЗДНЕПЕРМСКИЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Кременкульский гранит-лейкогранитовый комплекс ($\gamma; \text{L}\text{P}_2 \text{kr}$) гранитов, лейкогранитов наиболее полно представлен в Кременкульском массиве (4), расположенном у пос. Кременкуль в центре Челябинского плутона. Массив в плане имеет эллипсовидную форму, с длинной осью, ориентированной в северо-западном направлении. Общая площадь массива – 21 км², в пределах которой на 13 км² развиты граниты кременкульского комплекса. В разрезе он имеет вид крутопадающего штока, сужающегося с глубиной. Содержит блоки гранитов полетаевского ком-

плекса и имеет активные контакты (с апофизами) с ними и развитыми в северо-восточной части массива гранитами ольховского комплекса.

В магнитном поле граниты кременкульского комплекса отмечаются положительной аномалией интенсивностью 300–500 нТл, в поле силы тяжести им отвечает локальная отрицательная аномалия.

Граниты обычно светло-розовые биотитовые средне- и крупнозернистые, реже – порфирировидные и пегматоидные, мелкозернистые. Структура аллотриоморфнозернистая. Состоят из кварца (31 %), микроклина (30 %), альбита-олигоклаза (36 %), биотита и мусковита (до 2 %). Микроклин пертитовый, на границе с плагиоклазом образует мирмекиты. Микроклин и плагиоклаз образуют графические сростания с кварцем. Биотит зеленовато-бурый, замещается хлоритом. Мусковит встречается в базисе пород и замещает плагиоклаз. Акцессорные минералы: апатит, циркон, монацит, ильменорутил, рутил, торит, флюорит, эксенит, фергюссонит; рудные минералы: магнетит, ильменит, пирит, молибденит [68]. Плотность гранитов – $(2,58–2,60) \cdot 10^3$ кг/м³, магнитная восприимчивость – $(0–1\ 000) \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ, радиоактивность – 31–39 мкР/ч. Геохимическая характеристика пород приведена в приложении 21. По химическому составу граниты отвечают умереннощелочным лейкогранитам с калиево-натриевым типом щелочности (прил. 20).

Граниты в отдельных зонах грейзенизированы и калишпатизированы. В зонах грейзенизации отмечаются повышенные содержания лития, рубидия, урана, молибдена, вольфрама и бериллия. Граниты комплекса сопровождаются проявлениями урана, имеют редкометалльную (Mo, W) рудную специализацию. Парагенетически с ними связаны золото-кварцевые жилы.

Жильные породы представлены лейкократовыми гранитами и гранит-порфирами, содержащими несколько больше граната. Граниты комплекса сформированы в мезоабиссальных условиях.

Судя по взаимоотношению гранитов кременкульского и ольховского комплексов, первые более поздние. Определения абсолютного возраста гранитов калий-аргоновым методом дают цифры от 214 до 298 млн лет. Возраст комплекса принят позднепермским.

РАННЕТРИАСОВЫЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

К ним отнесены дайки и малые тела лампроитов и лампрофиров, сопоставляемые с **КОЛЫМБАЕВСКИМ ЛАМПРОИТОВЫМ ДАЙКОВЫМ КОМПЛЕКСОМ** ($\Lambda; \Lambda, \chi, T, ?k$), а также тела типа диатрем, развитые в пределах Восточно-Уральской и Зауральской зон.

Дайки и тела контролируются разрывными нарушениями северо-западного и реже – субширотного и субмеридионального направлений. В физических полях они не фиксируются по причине малых размеров; диатремы при размерах в плане в первые сотни метров выделяются локальными отрицательными аномалиями силы тяжести и положительными магнитными аномалиями небольшой интенсивности. В верхней части разрезов диатремы воронкообразные, ниже – трубообразные, выполнены разнообломочным материалом, в том числе лампроитов и лампрофиров, известняков, базальтов и терригенных пород.

Среди лампроитов выделяются порфиоровые (порфирировидные) и афировые разности. Вкрапленники в первых: оливин, клинопироксен, флогопит, псевдолейцит; базис микролитовый, почти полностью замещен агрегатом талька, актинолита, хлорита, карбоната, гидроокислов железа. Подобные изменения характерны и для афировых разностей, текстурной особенностью которых является их реликтовая флюидалность.

Клинопироксен в лампроитах – диопсид и хромдиопсид с содержанием Cr_2O_3 до 1,6 % и железистостью до 10 %. Флогопиты имеют железистость от 15 до 25 %, хромистые или безхромистые, содержания TiO_2 в них соответственно составляет 1,3 и 2,14 %. Акцессорные минералы: гранат и пироп альмандинового ряда, марганцовистый ильменит, хромшпинелид, присутствуют также апатит, циркон, рутил, сфен, магнетит, пирит, самородный свинец.

Среди лампрофиров, образующих обычно дайки небольшой мощности, выделяются полнокристаллические и порфирировидные мелкозернистые разности. В их составе присутствуют пироксен, амфибол, плагиоклаз, калишпат. Акцессорные минералы: апатит, циркон, турмалин, сфен; рудные минералы: ильменит, магнетит, пирит.

Лампроиты по химсоставу (прил. 20) отвечают группам ультраосновных пород нормального и щелочного ряда, а лампрофиры – основным и средним (в том числе щелочным) породам. Для всех пород комплекса характерны повышенные содержания оксидов титана, фосфора, а также бария.

Дайки и тела комплекса пересекают вмещающие породы различного возраста – от раннего протерозоя по позднюю пермь включительно. Датировки возраста флогопитов (K-Ar метод) дают интервал от ранней перми до юры (285–180 млн лет). Rb-Sr методом для лампрофиров определен возраст 240 млн лет. В соответствии с «Легендой...» комплекс датирован как ранне-триасовый.

СРЕДНЕТРИАСОВЫЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Они представлены малыми телами и дайками субщелочных габброидов и долеритов, отнесенными к **шиханскому щелочногабброидному комплексу** ($\epsilon\upsilon; \beta, \epsilon\upsilon T_2? \acute{S}$). Развита в Восточно-Уральской и Зауральской зонах, где приурочены к субмеридиональным нарушениям. Мощность тел и даек – первые метры, реже – первые десятки метров. Плотность пород достигает $3,09 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, они обычно немагнитны, но иногда магнитная восприимчивость достигает $20\,700 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ. В контактах тел отмечаются скарирование, мраморизация и окварцевание карбонатных вмещающих пород или хлоритизация. Строение тел иногда зональное с изменением структур от краевых частей к центральным. Последние обычно габбровые, микрогаббровые, долеритовые.

Минеральный состав пород: пироксен, плагиоклаз, пелитизированный калишпат, реже – биотит. Акцессорные минералы: апатит, циркон, ставролит, сфен, турмалин; рудные минералы: магнетит, ильменит, пирит. По химизму отвечают основным субщелочным породам. Калий-аргоновые датировки возраста габбро дают цифры от 262 ± 2 до 277 ± 3 млн лет, но с учетом «Легенды...» мы датировем их как среднетриасовые, что требует в дальнейшем уточнения.

ТЕКТОНИКА

В региональном плане площадь расположена в пределах структур Челябинский континентальной палеорифтовой системы: ее западного фланга (восточная подзона **Кочкарско-Адамовской СФЗ**) и осевой части (**Копейская** и **Нижнесанарско-Текельдытауская СФЗ**). Границей этих структур является зона Челябинского разлома. В Копейской СФЗ выделены две структуры, разделенные Западно-Копейским разломом: Ухановский блок – система чередующихся горстов и грабенов, и Челябинский грабен. Центральная часть осевой зоны палеорифта разделена осевым (Потаповским) грабеном. Еще одним из наиболее важных структурных элементов площади является зона Кременкульско-Азбаевского глубинного сдвига, которую можно интерпретировать как след трансформного разлома.

Все структуры отчетливо выделяются в физических полях, их границам отвечают зоны высоких горизонтальных градиентов силы тяжести. Фланг рифта располагается в градиентовой зоне гравитационного поля. Для юго-западной части площади градиентность проявлена и в магнитном поле. В северо-западной части площади глубоким минимумом Δg_B выделяется Челябинский плутон. Для Ухановского блока характерны локальные линейные аномалии силы тяжести разного знака, отражающие его горст-грабеновое строение, и интенсивные положительные магнитные аномалии, обусловленные широким развитием здесь сильномагнитных ультраосновных пород синеглазовского комплекса, залегающих на различной глубине. Челябинский грабен фиксируется интенсивной локальной отрицательной аномалией Δg_B и спокойным магнитным полем. Положительные магнитные аномалии вдоль его восточного борта обусловлены развитием базальтов триаса, залегающими как в грабене под угленосными отложениями, так и на его борту. Центральной части осевой зоны палеорифта отвечает интенсивная положительная аномалия силы тяжести с локальным минимумом над Потаповским грабеном. Магнитное поле здесь в основном спокойное, положительное или отрицательное, с серией интенсивных полосовых положительных и отрицательных аномалий над телами ультрабазитов и базальтами триаса в юго-восточной части площади. Кременкульско-Азбаевский линеамент проявлен в потенциальных полях подчеркнута ориентированными в северо-западном направлении локальными аномалиями. В Челябинском грабене к северу от него резко понижается поле силы тяжести.

В разрезе района выделены пять структурных этажей: нижнепротерозойский; верхнепротерозойско–кембрийский, ордовикско–среднедевонский, среднедевонско–верхнепермский (в составе трех структурных ярусов: среднедевонско–нижнекаменноугольного, среднекаменноугольного, среднекаменноугольно–верхнепермского), мезозойско–кайнозойский (в составе двух структурных ярусов: нижнемезозойского и мел–кайнозойского).

НИЖНЕПРОТЕРОЗОЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ

Представлен фрагментами единого фундамента, сложенного гнейсами и кристаллосланцами, метаморфизованными в условиях амфиболитовой фации. Первичный структурный план этажа представлен парагенезисом изоклиналиных и дисгармоничных складок, осложненных многочисленными крутыми дислокациями.

В Челябинском поднятии в западной его части, падение структур западное, а в восточной – крутое восточное, отражающие первично купольное его строение. В Ильиновском блоке гнейсы при общем субмеридиональном и северо-западном простираии имеют юго-западное падение.

Структуры этажа преобразованы в предрифтовую стадию внедрением ультраосновных интрузий синеглазовского комплекса и процессами позднепротерозойско–кембрийской мигмати-

зации, не затрагивающими структуры чехла. На них наложены поздние складчато-разрывные дислокации разного возраста, сопровождаемые магматитами различных комплексов.

ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКО–КЕМБРИЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ

Сложен дислоцированными образованиями метаморфизованного чехла, несогласно залегающими на структурах фундамента: самарской, каясанской и леснинской толщ, развитыми в Кочкарской и Санарско-Текельдытауской зонах. В первой – структуры этажа слагают пластины Есаульского аллохтона, во второй – автохтонные блоки: Белоносовский, Фроловский и Леснинский. Естественных выходов структур этажа нет. В скважинах установлены углы падения в элементах пликативных структур (30–50°). Образование пород древнего чехла происходило в начальный этап сводового поднятия, с излиянием базальтов траппового типа. Все породы изменены в условиях эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма.

ОРДОВИКСКО–СРЕДНЕДЕВОНСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ

Представлен комплексом структур, в строении которых участвуют литокомплексы формаций, образованных в различных обстановках континентального рифтогенеза: натровой риолит-базальтовой (PKO_{1-2}), габбро-плагиигранитовой (PKO_2), карбонатной (PKO_2-D_2), флишоидной (POD_{2-3}). Наиболее полно этаж развит в Кочкарско-Адамовской СФЗ. В Копейской СФЗ его структуры сохранились фрагментарно в виде блоков (Ухановский блок). На востоке структуры этажа образуют линейный Шибаевский блок северо-восточного простирания. Структуры этажа представлены пологими син- и антиформами, наследующими рельеф палеоснования. Залегание этажа отчетливо несогласное на доордовикских структурах (скв. 67). В строении этажа участвуют магматиты вознесенского комплекса.

Региональными структурами этажа являются субмеридиональные магмоподводящие разломы палеорифта, наследующие более древние разрывные нарушения. Вдоль них формировались тела и дайки магматитов и изливались вулканы риолит-базальтовой формации, образовавшие обширные лавовые поля мощностью 1–2 км с общим меридиональным простиранием.

Верхи этажа в Томинском блоке представлены образованными в стадию общего погружения рифоидными массивами карбонатной формации с углами падения 10–35°, перекрывающимися с локальными несогласиями отложениями флишоидной формации. Структуры этажа осложнены более поздними надвиговыми дислокациями и небольшими массивами и дайками диоритовой формации, фиксирующими вместе со структурами флишоидной формации инверсию тектонического режима.

ВЕРХНЕДЕВОНСКО-ВЕРХНЕПЕРМСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ

Представлен во всех СФЗ и состоит из трех структурных ярусов: нижнего (D_3-C_1), среднего (C_2) и верхнего (C_2-P_2). Наиболее полно он представлен в Кочкарско-Адамовской СФЗ, локально – в других СФЗ площади. Нижний ярус сложен дислоцированными образованиями андезитовой формации с телами диоритов, кварцевых диоритов и субвулканических андезитов (POD_3-C_1), красной андезитобазальтовой субщелочной формации и карбонатно-терригенной формации с телами олистостром (POC_1). Средний ярус представлен образованиями терригенно-карбонатной формации (POC_2). Верхний – структурами флишоидной (KC_2), флишевой (KC_3) формаций, осложненных магмогенными структурами гранитоидов адаметлит-гранитовой (KC_2) и гранит-лейкогранитовой субщелочной (KP_1) формаций. Нижняя граница этажа выражена структурным и угловым несогласием.

В Кочкарско-Адамовской СФЗ структуры нижнего яруса формировались в стадию дифференцированных поднятий и погружений. Они представлены сложным сочетанием интрузивно-вулканогенных форм и специфическим парагенезисом разрывных нарушений. К первым из них относится палеовулканическая постройка в Томинском блоке, отвечающая области развития образований вулкано-плутонической ассоциации (POD_3-C_1). С ней связаны все известные проявления и месторождения золото-полиметаллических и медно-порфириновых руд. На современном срезе структура представлена фрагментом сближенных вулканических аппаратов с общей площадью до 600 км². В ней выделяются массивы диоритоидов, являющиеся корнями вулканических центров. Туфы и ксенотуфы несогласно залегают на структурах нижележащего этажа. Размещение жерловин и куполов определяется системой разломов северо-западного и северо-

восточного направлений, выделенных как Биргильдинско-Томинский парагенезис. Нарастают структуры нижнего яруса образованиями субщелочной андезибазальтовой формации (РОС₁), слагающими фрагменты вулканических центров, наследующими зоны андезитового вулканизма. Разломы Биргильдинско-Томинского парагенезиса развиты и в восточной части площади, где с ними связаны линейно-блоковые структуры, залегающие на более древних этажах.

Средний ярус залегает на нижнем с местными перерывами в карбонатных формациях; представлен структурами терригенно-карбонатной формации (РОС₂). Структуры сохранились локально в Кочкарско-Адамовской зоне и тектонических блоках Копейской СФЗ. Его формирование обусловлено сменой тектонического режима дифференцированных движений на режим общего погружения. Во время смены режимов в нижнем ярусе образуются тела гравитационно-терригенных олистостром и зарождаются процессы глубинного гранитоидного магматизма.

Структуры верхнего яруса (С₂-Р₂), объединяющие магматиты Челябинского плутона и образования молассоидной (С₂) и молассовой (С₃) формаций, развиты в Кочкарско-Адамовской и Копейской СФЗ. Осадочные формации залегают с угловым несогласием на структурах среднего яруса или в линейно-вытянутых горстах и грабенах в Ухановском блоке. На юго-западе площади они слагают синклиналильные структуры, ориентированные согласно разломам Биргильдинско-Томинской системы. Падение крыльев от 25 до 40°. В Ухановском блоке пликвативные структуры имеют форму фрагментов син- и антиклинальных складок, флексур, осложненных крутыми разломами с протрузивными телами ультрабазитов, брекчиями и зонами терригенного меланжа (чумлякский комплекс – тРР₂Ď).

Структурная позиция образований Челябинского плутона различна. Гранодиориты и граниты Полетаевского массива в плане образуют поля, совпадающие по простиранию с северо-восточными разломами Биргильдинско-Томинского парагенезиса и частично – с Кременкульско-Азбаевским линеаментом. Кременкульский и Митрофановский массивы располагаются в зоне трансформного разлома и вблизи пересечения его с Челябинским разломом, соответственно. Первый из них образует крутое штокообразное тело, второй – субпластовое, усложняя купольное строение Челябинского выступа.

МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ

В структурах этажа выделено два структурных яруса: нижнемезозойский и мел-кайнозойский. Структуры нижнемезозойского этажа представлены дислоцированными образованиями трапповой (РКТ₁₋₂) и угленосной (РКТ₃-J₁) формаций в Челябинском грабене. Для них характерны пологие в ядерных и сводовых частях анти- и синклиналильные складки, осложненные в крыльях в приразломных зонах флексурами, имеющими более крутое (до 45–60°) падение. Простирание складок в целом согласное с простиранием бортов грабена, иногда отмечается виргация осей с отклонением их ветвей в меридиональном направлении. В зоне Кременкульско-Азбаевского линеамента наблюдается изгибание в плане осей складок, фиксирующее праводвиговые усилия в его проекции на поверхность. Пликвативные структуры грабена осложнены сериями многочисленных субширотных и субмеридиональных сбросов различной амплитуды. В северной части грабена (в пределах площади) установлен Черкасовский аллохтон, сформированный как внутриформационная структура. К структурам этажа относятся крутопадающие дайки и малые тела субщелочных основных и средних пород лампрофировой формации и ультраосновных щелочных пород лампроитовой серии, диатремы.

Мел-кайнозойский ярус представлен структурами платформенного чехла, сложенного субгоризонтально залегающими образованиями континентальных и морских терригенных формаций от мелового до антропогенного возраста.

АЛЛОХТОННЫЕ СТРУКТУРЫ

Наиболее крупными структурами являются аллохтоны: Есаульский и Селюзьякско-Шейнский – в Кочкарско-Адамовской СФЗ; Черкасовский – в Копейской СФЗ; Еткульский и Белоусовский – в Нижнесанарско-Текельдытауской СФЗ.

Есаульский аллохтон является частью регионального покрова, уходящего за пределы площади. Протяженность его подошвы на площади достигает 21 км при субширотном простирании. В основании аллохтона на милонитах по гранодиоритам полетаевского комплекса залегает узкая протяженная пластина мраморизованных известняков (С₁). Верхние пластины сложены ультрабазитами синеглазовского комплекса, иногда содержащими закатанные глыбы известня-

ков, образованиями самарской и саргазинской толщ. Породы несут отчетливые признаки надвиговых дислокаций. В серпентинитах наблюдаются структуры типа «самолетного крыла». Дайки гранитоидов, секущие серпентиниты, образуют также изолированные блоки со штриховкой проскальзывания и вращения. Плоскости надвигов имеют северо-западное падение (320°), а более поздние – 349° . Падение сместителя – $10\text{--}20^\circ$. Динамика этого процесса зафиксирована катаклизмом гранитоидов автохтона в зоне с вертикальной мощностью до 1,3 км. Возраст формирования аллохтона определяется по приуроченности и участию в дислокациях даек кременкульского комплекса и лампрофиров как послераннетриасовый.

Селюзякско-Шейнский аллохтон сложен пластинами образований каледонского структурного этажа, надвинутыми на структуры нижнего яруса герцинского этажа. Трoги во фронтальной части аллохтона заполнены образованиями тугундинской толщи, часто содержащие олистолиды, что определяет возраст формирования надвига как раннекаменноугольный. Падение подошвы аллохтона восточное и юго-восточное под углом 50° на севере и до 75° – на юге, где плоскость надвига переходит во взбросовую плоскость, что подчеркивает развитие дислокаций правого сдвига в надвиговые деформации.

В Нижнесанарско-Текельдытауской СФЗ установлены аналогичные аллохтонные структуры с падением сместителей на юго-восток.

На севере Копейской СФЗ установлен Черкасский аллохтон, который представляет собой останец тектонического покрова, лежащего на угленосных отложениях триаса. Мощность аллохтона 500–1 000 м. Сложен он образованиями разного возраста. Возраст формирования аллохтона, по аналогии с проявлением клиппов палеозойских пород в триасовых отложениях южнее площади [30], принят поздне-триасовым.

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ

Главной структурной особенностью площади является ее блоковое строение, создаваемое системами рифтогенных субмеридиональных разломов и парагенезисом сдвиговых нарушений северо-восточного, северо-западного и северо-северо-западного направлений, формирующихся в зоне активного динамического влияния трансформного разлома северо-западного простирания, осевая часть которого прослеживается как Кременкульско-Азбаевский линеамент. С крупными разрывными дислокациями парагенетически связаны пологие тектонические структуры.

Наиболее долгоживущая структура – зона глубинного Челябинского разлома, заложение которой произошло, вероятно, в рифее. В ордовике он был одним из ограничителей рифтовой долины; активные движения по нему продолжались до неотектонического этапа. В зоне Челябинского разлома мощностью (шириной) до 1 400 м установлены многочисленные дайки позднепалеозойских гранитоидов, катаклазиты, милониты и бластомилониты по вмещающим породам, реже отмечаются тела серпентинитов. Сместитель разлома на севере падает круто на запад, на юге – на восток. Преобладающий тип дислокаций в зоне разлома – сбросы и сдвиго-сбросы. Суммарная амплитуда вертикальных перемещений достигает нескольких километров.

Кременкульско-Азбаевский линеамент, кососекущий структуры палеорифта, является следом трансформного разлома, формирование которого происходило в результате приложения нагрузки к подошве литосферного слоя, что обусловило развитие дислокаций типа среза. Эта структура, по-видимому, существовала уже в позднем протерозое и на ее сочленении с формирующимися структурами палеорифта ареально проявилась мигматизация гнейсов (Смолинский и Азбаевский массивы). Наиболее активно как правый срез трансформный разлом развивался с позднего девона, когда формировался парагенезис поперечных левых и диагональных правых сдвигов Биргильдинско-Томинской системы дислокаций и северо-западных правосдвиговых нарушений. По ширине зоны динамического влияния глубина заложения разломов оценивается в 45–50 км. Разрыва земной коры с образованием магистрального разлома при этом не произошло, а в области динамического влияния среза образовалась зона деструкции с системами сдвиговых нарушений, проникающих на всю мощность коры. По геофизическим данным и прямыми геологическими наблюдениями установлено: сдвиги северо-восточного простирания (биргильдинская система) имеют восточную вергентность; к югу от Кременкульско-Азбаевского линеамента сдвиги северо-северо-западного простирания (томинская система) имеют западную вергентность, северо-западного простирания – северо-восточную, а к северу от линеамента вергентность этих разломов меняется на противоположную. Эти особенности строения разрывных нарушений определяются падением их плоскостей к осевой зоне трансформного разлома. Все разрывные нарушения парагенезиса развивались как взбросо-сдвиги – по разные стороны сдвиговых дислокаций наблюдается различный уровень эрозионного среза геологических обра-

зований. По сместителям северо-восточного простирания, с углами падения $90-80^\circ$, взбрасывались западные блоки. По сместителям северо-северо-западных разломов к югу от Кременкульско-Азбаевского линеамента взбрасывались восточные блоки, а к северу от «линеамента» – западные; углы падения плоскостей сместителей системы разломов меняются от $80-90^\circ$ вблизи «линеамента» до $70-60^\circ$ с удалением от него. Горизонтальная компонента взбросо-сдвигов для нарушений биргильдинской системы оценивается максимально в 400–600 м, томинской – в 2,5 км, а вертикальная составляет, соответственно, 500–600 и 1 000–1 500 м. Структуры этого парагенезиса контролируют в разрезе и в плане размещение месторождений полезных ископаемых, обеспечили высокую продуктивность площади на различные виды минерального сырья, в том числе и нефти [43].

Как активная структура трансформный разлом (с производными структурами) проявился с позднего девона до позднего триаса, что зафиксировано закономерным размещением в пространстве магматитов биргильдинско-томинского комплекса, появлением надвиговых структур Селюзьяско-Шейнского (S_1), Есаульского и Еткульского аллохтонов (Р–Т), внедрением Кременкульского и Митрофановского массивов (Р), даек и тел лампрофиров и лампроитов, диатрем (Т). Заложение Челябинского грабена, вероятно, произошло в перми как поперечной структуры растяжения. К увеличению его ширины севернее Кременкульско-Азбаевского линеамента привело, возможно, наследование им разломов биргильдинской системы. В последующем, при общем субширотном сжатии структур Урала, направления смещений по разломам Биргильдинско-Томинского парагенезиса сменились на обратные, и проявились субширотные сбросо-сдвиговые нарушения.



ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В истории развития территории выделяются три этапа: древний платформенный (дорифейский), рифтогенный (рифейско–юрский) и неоплатформенный (постюрский).

В дорифейский этап были сформированы структуры гнейсового фундамента, представленные метаморфитами харлушинской, городской, дубровской толщ и ильиновского комплекса.

Первые хронологически датированные процессы предрифтового этапа (стадии сводового поднятия) произошли в нижнем–среднем рифее и сопровождались во всем районе накоплением осадочно–вулканогенной и осадочной формаций (самарская, каясанская, леснинская и поповская толщи). Широкое развитие базальтоидов в это время указывает на деструкцию формирующегося сводового поднятия по типу рассеянного спрединга. Центральная часть свода находилась на юго-востоке площади. Западнее и северо-западнее в депрессионных структурах отлагался осадочный материал с подчиненными потоками и силлами базальтов.

В стадию предрифтовой переработки фундамента в венде произошло становление массивов базит–ультрабазитов синеглазовского комплекса, а в кембрии в глубинных условиях амфиболитовой фации под влиянием прогрева – формирование мигматитов и диоритогнейсов смолинского комплекса. Зоны прогрева и мигматизации имели линейно–ареальный характер, что было обусловлено сочетанием активных глубинных меридиональных и косоширотного разлома, и привело к появлению близких к изометричным Смоленского и Азбаевского массивов.

Некоторый перерыв после этого в разрезах площади не фиксируется, но запечатлен в продуктах размыва чехла в санарской свите (С₁) [62].

В раннем–среднем ордовике на подробленном основании в области Челябинского разлома была заложена рифтовая долина. Вулканизм носил трещинный характер, с образованием щитовых вулканов. Изливались субщелочные (в начальный период) и толеитовые базальты мантийного происхождения (саргазинская толща). На завершении стадии проявился и кислый вулканизм с небольшим объемом туфового материала, характеризующий бимодальность вулканизма в целом. Петрохимические и геохимические особенности позволяют предполагать зарождение рифта над горячей точкой. В эту же стадию произошло внедрение интрузий габбро–плагиогранитовой формации (вознесенский комплекс).

С затуханием вулканизма началась новая стадия – стабилизации, связанной с компенсационными процессами. Стадия общего погружения охватила период от среднего ордовика до среднего девона. Для нее характерно накопление преимущественно карбонатных формаций в условиях теплого мелководного бассейна с криноидно–кораллово–моллюсково–водорослевым биоценозом.

Лишь в среднем девоне в верхней части карбонатного разреза появляется терригенный материал (клубничная толща), знаменующий смену спокойного режима на режим дифференцированных движений. Частая смена направленности движений отчетливо прослеживается в разрезах флишоидной еманжелинской толщи. В этот переходный этап начинаются процессы активизации в мантии, которые зафиксированы в модельных возрастах свинцов (398±6 и 382±23 млн лет).

В позднем девоне и раннем карбоне в стадию дифференцированных погружений (относительного сжатия и растяжения) в Кочкарско–Адамовской СФЗ сформировалась вулкано–плутоническая ассоциация, включающая образования березняковской толщи и синхронные с ней тела диоритоидов и субвулканических андезитов биргильдинско–томинского комплекса. В условиях морского бассейна проявлялся вулканизм эксплозивного типа в пределах сложных вулканических построек, корневые части которых представлены небольшими массивами диоритоидов, а область аккумуляции – туфовым материалом. В кратковременные периоды стабилизации отлагался карбонатно–терригенный и перемытый туфовый материал. Вулканизм и интрузивный магматизм сопровождался интенсивными рудно–метасоматическими процессами, сформировавшими золото– и медно–порфиоровое, полиметаллическое и золото–кварцевое ору-

денение. Вулканы ассоциации относятся к известково-щелочной серии, типичной для обстановок островных дуг и континентальных окраин. Тектоническая обстановка в это время была обусловлена интенсивным проявлением сдвиговых дислокаций в условиях тангенциального сжатия, вызванных активизацией трансформного разлома, создавшим парагенезис биргильдинско-томинских сдвигов. Обстановка сжатия определила характер магматизма, сходный и с островодужным, и с окраинно-континентальным. В завершающий этап этой стадии в Кочкарско-Адамовской СФЗ сформировались образования субщелочной андезибазальтовой формации (таяндинская толща) и перекрывающей ее карбонатно-терригенной формации (тугундинская и биргильдинская толщи), происходило формирование аллохтонных структур (Селюзьяско-Шейнский аллохтон). В соседних СФЗ завершающему этапу стадии отвечают образования мисасской, сагаустинской, потаповской и еткульской толщ – более грубозернистые или существенно терригенные с прослоями известняков отложения накапливались в грабенообразных структурах.

Стадия общего погружения территории в среднем карбоне фиксируется образованием карбонатной формации архангельской и федоровской толщ. На ее завершении происходит зарождение гранитоидного магматизма.

Коллизионной обстановке в среднем карбоне–ранней перми отвечает формирование гранитоидов полетаевского, ольховского и кремёнкульского комплексов. Для этого магматизма характерна направленность развития, выраженная в снижении магнезиальности, известковистости, в увеличении содержания калия, редких элементов, а также в возрастании общей щелочности гранитов. Совмещенность гранитоидов в едином плутоне, развитие их в восточной зоне района только в виде даек, повышенный фон элементов «железной» группы говорят об участии в их формировании глубинных потоков вещества. Особенности пространственного положения гранитоидов в Челябинском плутоне отражают их формирование в жестком блоке, испытывавшем усилия вращения. Подъем гранитной магмы сопровождался сносом материала кровли с формированием молассоидной (кузейская, ухановская толщи) и молассовой (саксанская толща) формаций. На завершающем этапе коллизии сформировались образования полимиктового меланжа (чумлякский комплекс) и протрузии ультрабазитов в Ухановском блоке Копейской СФЗ.

В раннем триасе вновь активизировались процессы рифтогенеза. По системам субмеридиональных и северо-восточных разломов произошло массовое излияние базальтов трапповой формации. После этого началось опускание осевой части палеорифта с формированием с обеих ее сторон грабеновых впадин по типу «штамповых» структур (Челябинского и Петровского – расположен юго-восточнее площади). В этот период происходит массовое внедрение даек и тел колымбаевского и шиханского комплексов.

В среднем триасе отмечены кратковременные этапы сжатия с формированием внутри грабена аллохтонных блоков, сложенных палеозойскими и допалеозойскими образованиями.

С конца юры и до позднего мела произошла активизация эндогенных процессов, которой отвечает перерыв в стратиграфическом разрезе и формирование уранового оруденения (абсолютный возраст определен уран-свинцовым методом в 108–115 млн лет). В это же время, наиболее вероятно, формировались скопления нефти.

Начиная с мела район находится в условиях платформенного режима. Формируются покровные морские и континентальные отложения.

История развития района – это история деструкции и развития крупного сегмента земной коры в условиях периодически повторявшегося континентального рифтогенеза. Энергомассоперенос осуществлялся по наклонным каналам, имевшим западное падение, что вероятно обусловлено вращением земли. В результате, в земной коре, в интервале глубин от 5–8 до 30–35 км сформировался наклоненный блок перевернутой каплевидной формы («тектонофер») с избыточной плотностью около $0,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, отражающийся в гравитационном поле интенсивной положительной аномалией с эпицентром в пределах осевой зоны палеорифта. Наклонность тектонофера обусловила некоторую асимметрию структур палеорифтовой системы, проявления в них магматизма, и миграцию рифтовых долин в разные периоды его развития.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Площадь расположена на сопряжении трех геоморфологических районов: **отпрепарированного Зауральского пенеплена (ШГ), континентально-морской цокольной (IVa) и аккумулятивной (IVб) равнин.** Граница между пенепленом и морскими равнинами проходит по зоне Челябинского разлома и представляет собой уступ, полого наклоненный на восток и осложненный долинами мелких рек и логами.

В **Зауральском пенеплене** выделяется три положительные морфоструктуры: *северная (СШГ), центральная (ЦШГ) и южная (ЮШГ).*

Северная положительная морфоструктура находится в северо-западной части площади. Это пологовыпуклая приподнятая часть с абсолютными отметками 240–230 м, сложенная преимущественно слабоустойчивыми к физическому и химическому выветриванию породами. Ее южная граница совпадает с подошвой Есаульского аллохтона. Поверхность выравнивания преимущественно аккумулятивная, различного генезиса и возраста (Q–P₂).

Центральная положительная морфоструктура имеет абсолютные отметки 255–300 м. Сложена породами Челябинского плутона, среднеустойчивыми к физическому и химическому выветриванию. На севере и на юге морфоструктура ограничена пологими структурно-денудационными уступами. На востоке пологий денудационный уступ субмеридионального направления отделяет ее от континентально-морской цокольной равнины. Развитие логов определяет ее полого-холмисто-увалистый микрорельеф. Морфоструктура в основном представлена «откопанными» мезозойскими денудационными поверхностями и аккумулятивными поверхностями плейстоцен–голоценового возраста с реликтами морских и континентальных поверхностей эоцен–неогенового возраста.

Южная положительная морфоструктура имеет субгоризонтальную поверхность с абсолютными отметками 250–315 м. На восток морфоструктура отделяется по пологому уступу в зоне Челябинского разлома от континентально-морской аккумулятивной равнины. Южная и восточная части морфоструктуры являются водоразделом речных систем рр. Миасс, Сухарыш и рек, текущих в сторону континентально-морских равнин. Она представлена аккумулятивными континентальными поверхностями различного генезиса и возраста. Морфоструктура длительное время представляла вулканическое плато, не подвергавшееся морским трансгрессиям.

Отрицательные морфоструктуры, связанные с эрозионными процессами, представлены линейно-вытянутыми погружениями в виде главных речных долин: *Зюзелгинская (1), Миасская (2 и 3), Сухарышская (4).* В пределах морфоструктуры ЮШГ установлена группа локальных отрицательных палеоморфологических структур, связанных с легко выщелачивающимися карбонатными образованиями.

Зюзелгинская отрицательная морфоструктура разделяет структуры СШГ и ЦШГ, наиболее низкая ее абсолютная отметка составляет 218 м. Она представляет собой V-образную асимметричную долину реки, ограниченную структурно-денудационными уступами. Склоны долины представляют аллювиально-делювиальные поверхности мезозойского и палеоген–четвертичного возраста.

Миасская отрицательная морфоструктура располагается в краевых частях морфоструктуры ЦШГ и образует обширную мегаизлучину. Она приурочена к ослабленным тектоническим и контактовым зонам Челябинского плутона. Наиболее низкие абсолютные отметки ее составляют 223 и 191 м. С этой морфоструктурой связана V-образная относительно симметричная долина р. Миасс, ограниченная денудационными уступами в виде пологих склонов. Склоны представляют мезозойские денудационные и аккумулятивные палеоген–плиоценовые поверхности различного генезиса. В бортах долины вложен аллювий первой надпойменной террасы. Центральную часть долины занимает современный аллювий пойменного и руслового комплексов шириной от первых метров до 3 км (в пределах Шершневого водохранилища). В прирусло-

вой части долины р. Миасс установлен крутой эрозионный уступ, сложенный породами фундамента.

В пределах морфоструктуры ЮШГ находится *Сухарьшская отрицательная палеоморфоструктура*, не выраженная в современном рельефе. Абсолютные отметки ее днища колеблются от 270 до 240 м.

Континентально-морская цокольная равнина занимает незначительную часть площади в виде субмеридиональной полосы шириной до 6 км, меняющей в северной части направление на субширотное. Восточная граница проходит вблизи Челябинского разлома и представляет собой слабовыраженный в рельефе пологий структурно-денудационный уступ. Эта равнина имеет плоские широкие водоразделы с абсолютными отметками 210–230 м. Аккумулятивная поверхность равнины имеет различный генезис и широкий возрастной диапазон от голоцена до мела. Здесь в субмеридиональном направлении протягивается группа озерных ванн с абсолютными отметками зеркала воды 201–214 м. Равнина нарушена техногенными образованиями Коркинского карьера глубиной более 500 м и отвалов высотой 27 м.

В северо-восточной части описываемой долины располагается *Миасская отрицательная морфоструктура*, имеющая эрозионный характер и связанная с долиной р. Миасс, которая имеет V-образную форму, местами асимметричную. В борта долины вложены отложения первой и второй надпойменных террас. Центральную часть морфоструктуры занимают отложения пойменного и руслового комплексов. Абсолютные отметки уреза воды – 166–145 м. Прирусловая часть нередко имеет каньонообразный характер с выходами пород фундамента.

Континентально-морская аккумулятивная равнина – это субгоризонтальная выровненная поверхность с сильно заболоченными водоразделами, с абсолютными отметками 194–238 м. Среди низменной выровненной поверхности наблюдаются возвышенные участки с пологобугристо-холмистым микрорельефом. Значительную часть этой равнины занимают озерные ванны с абсолютными отметками уреза воды от 182 до 229 м. В юго-западной части естественная выровненная поверхность нарушена техногенными образованиями: карьерами и отвалами. В целом рельеф континентально-морской аккумулятивной равнины не обнаруживает связи со структурными и литологическими особенностями пород фундамента. Поверхность равнины – различного генезиса и широкого возрастного диапазона: от голоцена до палеогена.

ИСТОРИЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

История геоморфологического развития площади прослеживается от верхнемезозойско–палеогенового тектоно-климатического этапа. Он характеризуется относительной тектонической стабильностью западной части площади (отпрепарированный Зауральский пенеплен) и медленным энейрогенным погружением восточной части (морские равнины). В этапе можно выделить два подэтапа. Первому отвечает образование субформации площадной мезозойской коры выветривания, а второму (мел–палеоген) – консервация кор выветривания под отложениями континентальной осадочной формации (алапаевская толща, синарская свита) и морской осадочной формации верхнего мезозоя и палеогена.

Верхнепалеогеновый тектоно-климатический этап (олигоцен) характеризуется общим незначительным поднятием территории. Это обусловило регрессию моря с образованием аккумулятивных прибрежно-морских (пляжевых) поверхностей, сложенных кварцевыми песками куртамышской свиты на востоке и их аналогами озерного типа – на западе.

В миоценовый этап в условиях засушливого климата с сезонами ливневых дождей происходит интенсивный плоскостной смыв элювия и древних рыхлых отложений в прилегающие низины с образованием миоценовой поверхности выравнивания.

Последний – плиоцен–четвертичный этап своеобразен и в климатическом и тектоническом отношениях. Сильное похолодание ослабило экзогенные процессы, но, тем не менее, медленные вертикальные движения сопровождаются плоскостным смывом и заполнением оставшихся понижений с образованием делювиальных и аллювиально-делювиальных поверхностей выравнивания на водоразделах, их склонах и склонах речных долин. Происходит понижение базиса эрозии рек Миасс и Зюзелга с врезанием тальвегов долин до пород фундамента. Одновременно происходит деградация и заболачивание притоков, заболачивание некогда обширных озерных ванн.

Неотектонические движения, преобразующие ландшафты, продолжают по настоящее время. Современные тектонические движения проявлены в Челябинском грабене, где в диапировых складках участвуют вместе с углями четвертичные отложения [37]. Высокоточной нивелировкой (1925–1980 гг.) установлены разнонаправленные вертикальные движения земной по-

верхности в разных частях площади со скоростью до 12 мм в год, и общее погружение обширной области Южного Урала, включающей и данную площадь со скоростью 6–8 мм в год («Карта современных движений земной коры», Л. А. Кашин, 1989).

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

На площади известны месторождения, проявления и пункты минерализации горючих, металлических (различных генетических типов) и неметаллических полезных ископаемых (прил. 1–6). Ниже приводятся краткие сведения о наиболее типичных и перспективных из них.

ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Горючие ископаемые представлены проявлениями нефти, месторождениями и проявлениями бурого угля.

НЕФТЬ И ГАЗ

НЕФТЬ

В более чем 60 скважинах в Челябинском бурогольном бассейне отмечены признаки нефтеносности в виде жидкой или окисленной нефти, примазок и вкрапления полужидких и твердых битумов [43]. Севернее г. Еманжелинска на так называемой Ерофеевской площади из трех скважин было получено 3 800 (К-2/251, 0–258,0 м), 580 (К-6/335,9–356,1 м) и 400 (6-Р/660,0–675,0 м) литров нефти. Работы были прекращены из-за разрушенности ловушек нефти тектоническими нарушениями [56]. В районе р. Миасс *проявления* нефти (I-3-8) были установлены также и в палеозойских породах.

ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

УГОЛЬ БУРЫЙ

Угленосными являются отложения калачевской, козыревской, коркинской и сугояжской свит. В восточной прибортовой части грабена в составе всех свит преобладают безугольные грубообломочные отложения. Западнее расположена зона развития угленосных отложений. Вблизи западного борта грабена угленосные отложения развиты на отдельных участках.

В угленосных частях свит содержится разное количество угольных пластов, имеющих различное строение. В составе калачевской свиты вскрыты около 20 маломощных, не выдержанных по простирацию угольных прослоев, которые только в южной части грабена достигают мощности 0,8 м и более, но почти не представляют промышленного интереса. В составе козыревской свиты разведано свыше 30 угольных пластов, из которых около 20 достигают промышленной мощности.

В коркинской свите вскрыто 44 угольных пласта, наиболее полно представленных в *Коркинском 1-2 разрезе* (III-2-18). Пласты верхней группы обычно имеют простое однопачечное строение и небольшую мощность. Пласты нижней группы в восточной части разреза представляют собой мощные (до 250 м) сложнопостроенные угольно-аргиллитовые зоны, содержащие большое количество (до 100) угольных пачек и прослоев, которые в западном направлении расщепляются на множество отдельных прослоев, постепенно замещаются углистым аргиллитом и выклиниваются.

В сугояжской свите разведано свыше 50 угольных пластов, из которых 37 достигают промышленной мощности; из них 24 эксплуатируются или уже отработаны.

Угли в пределах всего бассейна бурые (Б-3) гумусовые и сапропелево-гумусовые, высокой степени углефикации (переходные к каменным).

На 01.01.1998 г. балансовые запасы угля по Челябинскому бассейну оценивались ($A+B+C_1$) в 542 190 тыс. т, а также по C_2 – 22 211 тыс. т и забалансовые – 106 415 тыс. т; прогнозные ресурсы по категориям P_1 , P_2 и P_3 – 255 750 тыс. т [38].

Восточнее Челябинского грабена в пределах Назаровской депрессии были выявлены угленосные отложения триаса мощностью свыше 250 м, содержащие около 25 маломощных угольных слоев [59]. Четыре из них достигают рабочей (0,69–1,18 м) мощности. Выделенное *Назаровское проявление* угля (Ш-4-1) признано бесперспективным из-за небольшого числа рабочих пластов, их малой мощности и ограниченной площади распространения [23].

Назаровская депрессия наследует более древнюю палеозойскую депрессию, выполненную нижнекаменноугольными терригенными отложениями значительной мощности. По ряду признаков они сопоставляются с одновозрастными угленосными отложениями Полтаво-Брединского района, что позволяет считать депрессию потенциально перспективной на обнаружение каменного угля палеозойского возраста [38].

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Металлические полезные ископаемые представлены месторождениями, проявлениями и пунктами минерализации черных, цветных, редких, редкоземельных, благородных и радиоактивных металлов.

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЖЕЛЕЗО

Известен один пункт минерализации – *Томинский* (Ш-1-11), представленный гематит-магнетитовыми рудами в кремнистых туффитах саргазинской толщи. Из-за малой мощности рудных прослоев (10–20 см) и низкого содержания железа (до 28 %) практического интереса не представляет [61].

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

МЕДЬ

Известны два месторождения и 12 проявлений меди [40].

Наиболее значимым является *месторождение Томинское II* (Ш-1-27), расположенное в 3 км юго-восточнее пос. Томинского. Оруденение приурочено к зонам эндо- и экзоконтактов тела диоритов и кварцевых порфировых диоритов биргильдинско-томинского комплекса и вулкани-тов саргазинской толщи. Диориты и вмещающие их вулкани-ты раздроблены, рассланцованы и подвергнуты интенсивной метасоматической проработке (окварцевание, хлоритизация, серицитизация, эпидотизация, карбонатизация). Прожилково-вкрапленная минерализация развита обычно в зоне кварц-серицитовых метасоматитов. Оконтурены два рудных тела – западнее и восточнее, в составе которых выделены руды: первичные и зоны вторичного сульфидного обогащения. Минерализация в первичных рудах представлена пиритом, халькопиритом, халькозином, молибденитом, реже отмечаются пирротин, барит, борнит и бравоит. Эти же минералы входят и в состав руд зоны вторичного сульфидного обогащения, где отмечается лишь уменьшение количества халькопирита и увеличение содержания халькозина и ковеллина и присутствие в верхних горизонтах зоны карбонатов меди.

Содержание меди изменяется в первичных рудах от 0,1 до 1,0 % (среднее – 0,57 %); в рудах зоны вторичного сульфидного обогащения – от 0,61 до 1,71 % (среднее – 0,93 %). Кроме меди в рудах содержится молибден (0,001–0,003 %), золото (0,1–0,2 г/т), серебро (0,75–1,0 г/т) и сера (1,2–2,5 %). По составу и характеру изменений вмещающих пород, минеральному и элементному составу руд оруденение относится к гидротермальному генетическому и медно-порфировому промышленно-генетическому типу.

Прогнозные ресурсы (P_1+P_2) меди по месторождению оценены [28] в 1 582,6 тыс. т.

Гидротермальный тип оруденения представлен *Западно-Биксизакским проявлением* (Ш-1-19), находящимся в 1,2 км севернее пос. Мичурино. Расположено в зоне тектонического нарушения северо-западного простирания, где приурочено к прослою известняков, залегающему среди туфов березняковской толщи. Известняки сильно трещиноваты, брекчированы, местами окремнены. Рудное тело мощностью 8,5 м вскрыто на глубине 123,6 м. Минерализация пред-

ставлена вкрапленностью, прожилками и гнездами сульфидов, среди которых преобладают пирит и халькопирит, реже встречаются сфалерит, борнит, марказит, полидимит, галенит.

Содержание меди в рудах изменяется от 0,32 до 4,50 % (среднее – 2,64 %); серебра – от 11,5 до 157,5 г/т (72,9 г/т); золота – от следов до 2,4 г/т (0,33 г/т); цинка – от 0,01 до 0,17 % (0,08 %); серы – от 0,74 до 5,60 % (3,34 %). Отмечается повышенная концентрация селена. Состав руд и характер изменений позволяют относить руды к гидротермальным с температурой образования 320–360 °С.

НТС Челябинскгеолкома прогнозные ресурсы (P_2) меди приняты в 50 тыс. т [40].

На площади известны мелкие *проявления* меди осадочного типа (I-3-1; III-1-30), представленные прожилками, пленками и мелкими вкрапленниками малахита, азурита и, редко, самородной меди в алевролитах и песчаниках тугундинской и миасской толщ. Содержание меди в линзах мощностью до 0,4 м колеблется от 1,0 до 4,82 %; серебра – 15–30 г/т; ванадия – 0,05–0,1 %. Практического интереса не представляют.

ЦИНК, СВИНЕЦ

Из известных трех проявлений и пункта минерализации полиметаллических руд практический интерес представляет *Биксизакское проявление* (III-1-20), расположенное в 1,4 км северо-восточнее пос. Мичурино. Оруденение приурочено к верхней части карбонатных отложений биксизакской толщи. Выделено несколько рудных тел, представленных прослоями густовкрапленных и массивных руд и, разделяющих их, прослоев брекчированных и мраморизованных известняков с вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализацией различной интенсивности. Руды сложены пиритом и сфалеритом, в меньших количествах присутствуют халькопирит, галенит, блеклые руды, пирротин, магнетит, полидимит, и очень редко – дигенит, миаргирит, ксантаконит, штернбергит и штроейерит.

Содержание цинка в рудных телах изменяется от 0,6 до 28,80 % (среднее – 7,17 %); меди – 0,01–1,17 % (0,39 %); золота – от следов до 8,5 г/т; серебра – 3,0–78,0 г/т. Отмечается повышенное (0,003–0,2 %) содержание кадмия, основным концентратором которого является сфалерит.

Рудовмещающие известняки и перекрывающие их вулканиты нижней части березняковской толщи интенсивно метасоматически проработаны. Максимальным изменениям подверглись породы, залегающие не выше 20–25 м от кровли рудного тела. Метасоматиты относятся к кварц-серицитово-формации.

По составу руд и характеру изменений оруденение относится к гидротермальному генетическому типу с температурой формирования 240–300 °С, и является стратифицированным полиметаллическим объектом.

Прогнозные ресурсы (P_2) цинка приняты в количестве 1 000 тыс. т [40].

НИКЕЛЬ

Известно одно проявление силикатных никелевых руд – *Медиакское* (I-1-8), расположенное в 0,9 км северо-восточнее пос. Медиак. Приурочено к корам выветривания апогарцбургитовых серпентинитов Медиакского массива, в пределах которого отмечались лимонитизированные кварциты по серпентинитам, содержащие до 0,6 % никеля [55] и нонтронитовые коры выветривания серпентинитов с содержанием 0,31–0,64 % никеля и 0,01–0,022 % кобальта.

МОЛИБДЕН, ВОЛЬФРАМ

Известно одно проявление молибдена – *Кременкульское* (I-1-5), расположенное в 2,0 км севернее пос. Кременкуль, на площади одноименного гранитного массива, в пределах которого выделялись ореолы аномальных содержаний молибдена [55, 63]. В одном из ореолов было вскрыто рудное тело мощностью 11,0 м с содержанием молибдена от 0,06 до 0,1 %. Оруденение, представленное пятнообразными скоплениями мелкочешуйчатого молибденита на стенках трещин, в зальбандах кварцевых прожилков и вкрапленностью в гранитах, приурочено к зонам трещиноватости, окварцевания и грейзенизации в гранитах кременкульского комплекса.

Литохимической съемкой выделены *ореолы* повышенных содержаний молибдена и вольфрама, причем *первой* (I-1-4) из них приурочен к центральной, вскрытой эрозионным срезом, части массива, а *второй* (I-1-3) смещен от первого в северо-западном направлении, где приурочен к сохранившейся кровле массива. Эти данные позволяют прогнозировать наличие промышленного молибденового оруденения в северо-западной части массива, на участке неглубокого

залегания гранитов кременкульского комплекса и оценивать прогнозные ресурсы молибдена по категории P_3 в 119 тыс. т.

АЛЮМИНИЙ

Известны два проявления (III-4-3; IV-4-1) алюминиевых руд (бокситов) платформенного типа, приуроченные к континентальным отложениям синарской свиты. Из-за небольших размеров рудных тел, низкого качества бокситов и большой глубины их залегания признаны неперспективными [13].

РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ, РАССЕЯННЫЕ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

БЕРИЛЛИЙ, РЕДКИЕ ЗЕМЛИ

Известны один пункт минерализации бериллия – *канавы № 49* (II-2-26) и два пункта минерализации редких земель иттриевой группы, из которых только последние представляют практический интерес.

Редкие земли иттриевой группы представлены *Вознесенским-1* (III-2-34) и *Вознесенским-II* (III-2-31) пунктами минерализации, расположенными юго-западнее пос. Вознесенка. Здесь были выделены [28] *геохимические ореолы* иттрия и иттербия (III-2-5, 6 и 8), охватывающие площадь развития гранитоидов Вознесенского массива и его контакты. Повышенные содержания этих элементов отмечались как в плотных породах, так и в их корах выветривания. Максимальные концентрации иттрия (0,07 и 0,1 %) и иттербия (0,007 и 0,01 %) отмечались только в единичных скважинах.

Для площади геохимической аномалии прогнозные ресурсы редких земель (P_3) оценены в 38 тыс. т [28, 40].

БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Представлены многочисленными месторождениями и проявлениями золота и одним пунктом минерализации платины.

ЗОЛОТО

ЗОЛОТО КОРЕННОЕ

Все золоторудные объекты расположены в пределах Челябинского и Биргильдинско-Томинского рудных узлов. В первом представлены объектами золото-сульфидно-кварцевой формации, во втором – золото-сульфидно-кварцевой и золото-порфировой формаций.

Большинство объектов золото-сульфидно-кварцевой формации объединены в трех основных месторождениях (группах приисков) – *Шершневском* (I-2-9), *Южно-Челябинском* (II-1-5) и *Романовском* (III-2-1). Значительное количество проявлений, представленных одиночными жилами или системами жил, известно в окрестностях пос. Сосновка, Полетаево-1, Томинский и др.

Шершневское месторождение, обрабатывавшееся несколькими приисками [42, 89], среди всех объектов формации выделяется мышьяковистостью руд. Расположено западнее г. Челябинска, где занимает площадь размером 6×3 км. Здесь разрабатывалась система золотоносных жил, секущих гранитоиды Челябинского плутона. Они имеют преимущественно широтное и субширотное (80–110°) простирание и крутое (70–90°) северное падение. Жилы короткие (25–100 м, редко – до 200 м), часто имеют четковидное строение, когда раздувы (до 2,0 м) сменяются тонкими (до нескольких сантиметров) проводниками. Сложены кварцем («крепкие») или полевошпат-кварцевым агрегатом, содержащим обильную сульфидную минерализацию – пирит, арсенопирит («мягкие» жилы). Кроме перечисленных выше минералов в жилах встречаются марказит, ковеллин, скородит, малахит, гипс, барит, в единичных жилах установлен шеелит.

Содержание золота в жилах было от 0,8 до 100 и более г/т (пробность золота – от 847 до 941); мышьяка – от следов до 16 %. С глубиной содержание золота у большинства жил не уменьшалось.

Жилы отработаны до уровня грунтовых вод (не более 50 м). По неполным данным добыто свыше 3,5 т золота. Оставшиеся запасы оценивались в 0,3–0,5 т [58].

Южно-Челябинское месторождение (группа прииска Удалого) расположено на площади и в окрестностях пос. Южно-Челябинский прииск [35]. Разрабатывались золотоносные жилы, секущие вулканогенные образования саргазинской толщи, а также дайки плагиигранит-порфиоров, иногда золотоносные. Протяженность жил достигает 1 км, мощность – от 0,1 до 2,5 м.

Содержание золота в жилах изменялось от следов до 79,7 г/т. Основным объектом разработки были места пересечения жил двух или трех систем («кресты»), где добывались крупные «кусты» золота весом до нескольких десятков килограмм.

Всего на приисках Южно-Челябинской и Романовской групп по неполным данным добыто свыше 7,0 т золота, а их перспективные запасы оценивались в 1,2 т. В золотоносных плагиигранит-порфирах прогнозные ресурсы оценивались в 15 т (до глубины 100 м).

Золото-порфировая (прожилково-вкрапленная) формация представлена несколькими проявлениями и месторождением золота этой формации [40]. *Березняковское месторождение* (IV-1-3), на котором ведется предварительная разведка, расположено в 2,5 км северо-западнее пос. Березняки. Оруденение локализуется в центральной и эндо-экзоконтактовой частях субвулканического тела кварцевых порфировых диоритов биргильдинско-томинского комплекса, в кварц-серицитовых и кварцевых метасоматитах кварц-серицитовой формации, в линейных зонах субширотного и северо-западного простираний и в виде золото-сульфидного штокверка сложного строения. В линейных зонах рудные тела мощностью от 0,3 до 91,5 м вскрывались на глубинах от 0,2 до 459,0 м. Они имеют линейно-вытянутую или столбообразную форму с размерами по длинной оси до 300 м. В штокверковых зонах содержания золота более низкие и более выдержанные, с обогащением в отдельных участках. Оруденение развито как в плотных породах, так и в рыхлых образованиях коры выветривания; при этом существенного различия в концентрациях полезных компонентов не отмечалось. В рудах установлены пирит, блеклые руды, сфалерит, галенит, реальгар, рутил, циркон, золото, а также сульфиды висмута и теллуриды свинца, висмута, золота и серебра.

Содержание золота в рудах от следов до 698,3 г/т; серебра – от следов до 636,8 г/т; меди – до 6,13 %; цинка – до 2,5 %; мышьяка – до 1,6 %; сурьмы – до 1,5 %. Пробность золота высокая (826–972), кроме золота в составе золотин содержится серебро (2,78–2,87 %), палладий (0,0–0,11 %) и ртуть (0,0–0,014 %). В концентрате отмечаются также селен (33,7 г/т), теллур (42,2 г/т), таллий (0,3 г/т), индий (0,6 г/т), галлий (5,2 г/т). По ряду признаков руды месторождения относятся к гидротермальным с температурой формирования 250–400 °С.

По оперативному подсчету запасы месторождения и его северного, северо- и юго-восточного флангов оценивались (C_2) в 18,7 т, а прогнозные ресурсы (P_1+P_2) в 30,6 т золота. Кроме того, прогнозные ресурсы (P_3) Березняковского рудного поля оценены в 76,0 т золота.

ЗОЛОТО РОССЫПНОЕ

Большое количество россыпей золота (прил. 1, 3), расположенных в зонах развития золотоносных кварцевых жил [35, 58], отработаны до уровня грунтовых вод и в настоящее время практического значения не имеют.

ПЛАТИНА

Известен один пункт минерализации – *Синеглазовский* (II-2-24), расположенный в 3,6 км юго-западнее пос. Новосинеглазово. В пироксенитах синеглазовского комплекса здесь установлены повышенные содержания платины (до 0,06 г/т), палладия и иридия (до 0,04 г/т), осмия и рутения (до 0,2 г/т) [40].

РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

УРАН

На площади выявлено 5 проявлений и 25 пунктов минерализации урана, а также свыше 100 радиоактивных аномалий. Проявления и пункты минерализации относятся к четырем генетическим группам: гидротермальные, осадочно-инфильтрационные, остаточные, осадочные. Из-за небольших размеров и низких содержаний урана все выявленные объекты оценены отрицательно.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Известны месторождения и проявления химического, керамического, огнеупорного, горно-технического, цементного и стекольного сырья, строительных и формовочных материалов.

ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

ИЗВЕСТНЯК ФЛЮСОВЫЙ

Разведано одно месторождение – *Таяндинское* (IV-1-9). Расположено в 7,0 км юго-западнее ж.-д. станции Таянды на площади развития карбонатных отложений тугундинской толщи. Продуктивная толща сложена серыми, светло- и желтовато-серыми массивными известняками, являющимися первосортным флюсовым сырьем для металлургического производства. Запасы известняков утверждены ГКЗ (Протокол № 1625 от 05.02.1957 г.) по категориям А+В+С₁ в количестве 72 146 тыс. т [74]. Месторождение не эксплуатируется, является резервным.

КЕРАМИЧЕСКОЕ И ОГНЕУПОРНОЕ СЫРЬЕ

Эта подгруппа представлена месторождениями и проявлениями кварца, полевого шпата, каолина, огнеупорных и керамических глин.

КВАРЦ

Известно одно месторождение – *Полетаевское* (II-1-4), расположенное в 3,5 км севернее ж.-д. станции Полетаево-I. Представлено кварцевой жилой, мощностью от 8,0 м в раздувах до 1 м и менее в пережимах. Запасы кварца оценивались в 34 тыс. т. В настоящее время практического значения не имеет [74].

ПОЛЕВОЙ ШПАТ

Разведано одно месторождение – *Кременкульское* (I-1-11), выветрелых гранитов, пригодных для получения полевошпатового концентрата (керамического сырья). Оно расположено в 2,7 км севернее пос. Кременкуль на площади одноименного массива, сложенного розовато-серыми микроклиновыми, иногда порфиридовидными гранитами. После обогащения из зоны дезинтеграции получается концентрат, отвечающий требованиям ГОСТа.

Площадь развития продуктивных горизонтов коры выветривания в плане имеет изометричную форму. Средняя их мощность 5,9 м, вскрыши – 2,48 м. Общий объем выветрелых гранитов оценивался в 32 521 тыс. м³, а запасы полевошпатового концентрата в них (при выходе 25 %) составляют 8 130 тыс. м³ (С₂) или 13 008 тыс. т [74].

КАОЛИН

Известно пять месторождений и одно проявление, приуроченное к корам выветривания гранитоидов и рассланцованных обеленных пород. Наибольший интерес представляет *Полетаевское месторождение* (II-1-20), расположенное в 7,2 км северо-западнее ж.-д. станции Полетаево-1, на площади развития гранитов полетаевского комплекса.

Кондиционные каолины образуют залежи сложного очертания с сильно изменчивой (от 1,0 до 31,0 м) мощностью. Мощность вскрыши от 0,15 до 8,0 м (средняя – 2,2 м). Каолины состоят из каолинита, галлуазита, гидромусковита с незначительной примесью кварца, карбоната, рутила и гидроокислов железа. Могут применяться в производстве полукислых огнеупорных изделий, а обогащенные каолины в качестве наполнителя при изготовлении типографской бумаги.

Запасы каолинов месторождения оценивались по категориям В+С₁ в 14 851 тыс. т, в том числе по Южному участку (находящемуся на площади листа) в 2 201 тыс. т. Месторождение не эксплуатируется [74].

ГЛИНЫ ОГНЕУПОРНЫЕ

Реальными запасами (429 тыс. т) располагает лишь *участок № 1 (Северный) Вознесенского месторождения* (III-2-28) [74], расположенный на северной окраине пос. Вознесенский в зоне интенсивной застройки, что снижает его практическое значение.

ГЛИНЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ

Известно одно месторождение – *Кругловское* (I-3-25), расположенное в 0,3 км восточнее пос. Круглое. Представлено разноокрашенными глинами палеогена, из которых требованиям ГОСТа отвечают лишь светлоокрашенные разности, которые залегают в виде небольших разобщенных линз. Они составляют 40 % от объема глин (226 тыс. м³) и пригодны для производства керамических плиток [74].

ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

АСБЕСТ

Известно одно проявление – *Медиакское* (I-1-2), расположенное в 1,2 км северо-восточнее пос. Медиак. Из-за незначительных масштабов оруденения и низкого качества сырья практического интереса не представляет.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

На площади разведано и разрабатывается большое количество месторождений строительных материалов, представленных магматическими, метаморфическими, карбонатными, глинистыми и обломочными породами.

МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

Известно свыше 20 разведанных месторождений строительных материалов, представленных гранитами, гранодиоритами и диоритами Челябинского плутона и Вознесенского массива, порфиритами базальтового состава саргазинской толщи, андезитами и андезидацитами таяндинской толщи. Часть из них эксплуатируется в настоящее время, другие оказались в зоне застройки и законсервированы, некоторые находятся в резерве (прил. 1). Добываемое сырье используется в качестве бутового камня и строительного щебня. Большинство из месторождений обладает значительными (десятки миллионов м³) запасами, что позволяет обеспечивать потребности области в строительных камнях в настоящее время и в будущем [26, 74].

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

ГНЕЙСЫ, КВАРЦИТО-ПЕСЧАНИКИ

Известно одно малое месторождение – *Мирное* (I-4-2), продуктивная толща которого сложена гнейсами, сланцами и кварцито-песчаниками ильиновского комплекса. Породы месторождения применяются в дорожном строительстве [27].

КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ

Разведано свыше 10 месторождений карбонатных пород, представленных известняками силурийского, девонского и каменноугольного возрастов [26, 74], пригодных в качестве строительного щебня (*Федоровское, Ухановское, Синеглазовское-II* и др.), для производства извести (*Смолинское, Синеглазовское-I, Ключевское* и др.) или цемента (*Шеинское*).

Наиболее крупное – *Шеинское месторождение* (III-1-39) расположено у пос. Первомайского. Представлено известняками силурийско-девонского возраста, светло- и темно-серыми, мелкозернистыми, местами доломитизированными. Известняки являются высококачественным сырьем для производства портланд-цемента марок 400–600.

На 01.01.1998 г. балансовые запасы (A+B+C₁) известняка составляли 189 799 тыс. т.

ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ

Разведано около 30 месторождений глинистых пород, которые применяются в качестве кирпичного или цементного сырья.

ГЛИНЫ КИРПИЧНЫЕ, ДИАТОМИТ

В качестве кирпичного сырья могут использоваться бурые глины неоген–четвертичного возраста (*Мельничный тупик, Полетаевское, Глубокое, Еткульское* и др.); серые, желтовато- и зеленовато-серые песчанистые, опоковидные и трепеловидные глины и диатомиты палеогена (*Сухомесовское, Копейское, Потанинское* и др.), а также элювиальные глины коры выветривания вулканогенных и осадочных пород (*Северо-Круглянское, Коркинское* и др.). На некоторых месторождениях продуктивная толща сложена разновозрастными глинистыми отложениями (*Мальшевское, Тимофеевское*) (прил. 2, 3).

ГЛИНЫ ДЛЯ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Известно два крупных месторождения цементных глин – *Томинское* (III-1-50) и *Шейнское* (III-1-56). *Шейнское месторождение* расположено вблизи пос. Первомайского. Сырьем для цементного производства служат четвертичные бурые суглинки и глины; серые, желтые и красно-бурые глины неогена и палеогена; пестроокрашенные глинистые коры выветривания сланцев еманжелинской свиты. На 01.01.1998 г. на балансе числилось (A+B+C₁) 81 249 тыс. т глин.

ОБЛОМОЧНЫЕ ПОРОДЫ

Известно свыше 20 месторождений строительных песков (прил. 2, 3) и одно месторождение – *Шершневское* (II-2-30) щебня гранитов, в настоящее время законсервированное [26, 74].

Строительные пески представляют собой четвертичные отложения речных долин, озерные и прибрежно-морские неогеновые, палеогеновые и верхнемеловые осадки. Продуктивные четвертичные отложения развиты в северной части площади в долине р. Миасс, где разведаны пески и гравийно-песчаные отложения месторождений: *Федоровское* (I-3-33), *Сычевское* (I-3-34) и *Черкасовский участок Сычевского месторождения* (I-3-35), являющийся по сути самостоятельным объектом. К верхнемеловым отложениям (камышловская свита) относились тонкозернистые кварцевые пески двух месторождений – *Смолино-Синеглазовского* (II-2-32) и *Вознесенского* (III-2-33). На остальных месторождениях полезным ископаемым являются серые кварцевые пески неогенового и олигоценного возраста.

ПРОЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Из полезных ископаемых этой подгруппы известны месторождения маршаллита, формовочных и стекольных песков и проявления минеральных песков.

МАРШАЛЛИТ

Известно одно месторождение маршаллита – *Тугундинское* (III-1-52), расположенное в 0,5 км восточнее оз. Тугунды [74]. Месторождение не разрабатывается.

ПЕСОК ФОРМОВОЧНЫЙ

Известно семь месторождений формовочных песков, приуроченных к площадям развития неогеновых и олигоценных отложений. Полезным ископаемым на всех месторождениях являются кварцевые пески, преимущественно светлой окраски, от тонко- до грубозернистых, в разной степени глинистые. В настоящее время месторождения не эксплуатируются.

ПЕСОК СТЕКОЛЬНЫЙ

Известны три крупные месторождения стекольных песков – *Ивановское* (II-4-1), *Васильевское* (II-4-2) и *Ерофеевское* (III-2-43). Более изученным из них является *Ерофеевское место-*

рождение, расположенное в 4,0 км южнее пос. Тимофеевка. Продуктивная толща сложена морскими отложениями камышловской свиты верхнего мела, представленными мелкозернистыми кварцевыми песками серыми, светло- и желтовато-серыми. Мощность песков 8,6 м. Прослежены на расстояние 3 км при ширине 350–500 м.

Из-за высокого содержания красящих окислов пески в естественном виде не пригодны к применению в качестве стекольных. После обогащения получается концентрат, содержащий 99 % SiO_2 и 0,04 % Fe_2O_3 , пригодный для производства бесцветного листового стекла. Запасы песков по месторождению (А+В+С₁) утверждены ГКЗ в количестве 17 589 тыс. т. Месторождение не эксплуатируется, числится в резерве.

МИНЕРАЛЬНЫЕ КРАСКИ

Известно 9 проявлений, наиболее перспективным из которых является *Майское проявление* (Ш-1-48), расположенное в 3,0 км западнее совхоза Томинский. Минеральные краски представлены охрами марок 0-1; 0-2 и 0-3, которые могут применяться для изготовления красок, эмалей и цветной штукатурки. Прогнозные ресурсы (Р₂) оценивались в 252 тыс. т [40].

СОЛИ

СОЛИ НАТРИЕВЫЕ

В восточной части площади доизучения расположены многочисленные минерализованные озера, содержание солей в которых изменяется от 10 до 220 г/л. Наиболее минерализованным является *озеро Кулат* (Соленый Кулат) (II-4-3), в рапе которого в среднем содержится 106,5 г/л NaCl и свыше 63 г/л MgCl_2 [12]. Из-за низкого качества и небольших запасов (12 тыс. т) добыча соли осуществлялась только в военное время для местного потребления.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

Площадь расположена в пределах **Кочкарско-Айдырлинской (1), Копейской (2) и Катенинско-Прииргизской (3) минерагенических зон** (с запада на восток), соответствующих выделенным структурно-формационным зонам. В западной минерагенической зоне выделяются *Челябинский (1.0.1) и Биргильдинско-Томинский (1.0.2) рудные узлы*, граница между которыми проведена по южному контакту Челябинского плутона. Копейская минерагеническая зона представлена Челябинским буроугольным бассейном в составе *Копейского района (2.2)*, с нефтепроявлениями, и *Ухановским районом (2.1)*, в котором в настоящее время, кроме мелкого проявления меди формации медистых песчаников, проявлений и месторождений металлических полезных ископаемых не выявлено. В центральной части осевой зоны палеорифта, входящей в состав Катенинско-Прииргизской минерагенической зоны месторождений и перспективных проявлений металлических полезных ископаемых в настоящее время также не установлено.

МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЕ ЭПОХИ И ЭТАПЫ

Минерагенические эпохи и этапы отвечают стадиям развития структуры в режимах континентального рифтогенеза.

Образования раннепротерозойского фундамента и его вулканогенно-осадочного рифейского чехла, выходящие на эрозионный срез, в Кочкарско-Айдырлинской зоне и Ухановском районе Копейской зоны не продуктивны на металлические полезные ископаемые. Перспективность их глубоких горизонтов не ясна. В восточной минерагенической зоне в образованиях ильиновского комплекса выявлены участки проявления гидротермально-метасоматических процессов с повышенными содержаниями вольфрама, бериллия и золота. Здесь возможно обнаружение соответствующих проявлений и месторождений, пространственная позиция которых, вероятно, контролируется косесекущими северо-западными разломами.

В позднепротерозойскую эпоху, в стадию предрифтовой переработки фундамента, произошло становление базит-ультрабазитовых интрузий синеглазовского комплекса, с признаками расслоенности. В Синеглазовском массиве с ними связаны повышенные содержания платиноидов, а юго-восточнее массива, в шлиховых пробах из покровных отложений, платина присутствует в количествах до 168 мг/м^3 . Наиболее широко образования комплекса представлены в Ухановском районе Копейской зоны, и здесь можно ожидать месторождения платины, но большая часть тел и массивов базит-ультрабазитов находятся на значительной глубине.

В каледонскую минерагеническую эпоху, отвечающую стадиям активного рифтогенеза (O_{1-2}) и общего погружения (O_2-D_2), образуются мелкие осадочно-вулканогенные магнетит-гематитовые залежи в ограниченно развитых кремнистых туффитах, не имеющие практического значения. С диоритами и плагиогранитами вознесенского комплекса, специализированными на редкие земли, связано образование в корях выветривания во внутренних и экзоконтактовых зонах тел – редкоземельного оруденения (тяжелые лантаноиды). Оруденение сопровождается геохимическими ореолами иттрия и иттербия. Интерес представляет Вознесенское рудное поле (1.0.2.3), расположенное на площади одноименного массива. На остальной площади заслуживающих внимания проявлений редких земель не ожидается из-за малых размеров тел гранитоидов вознесенского комплекса.

В следующую минерагеническую эпоху (среднедевонско-раннекаменноугольную), в период интенсивного проявления андезитоидного магматизма, было сформировано большинство проявлений и месторождений меди, полиметаллов и золота Биргильдинско-Томинского и, частично, Челябинского рудных узлов. Процессы рудогенеза контролировались системой Биргиль-

динско-Томинских разрывных нарушений, сформированной в зоне активного динамического влияния трансформного разлома, проникавшего на всю мощность земной коры. Высокая проницаемость земной коры обеспечила исключительную продуктивность рудных процессов. Медно-порфиновые, полиметаллические, золото-порфиновые, золото-кварцевые и золото-сульфидно-кварцевые объекты формировались в единой рудной колонне.

Общими для всех типов оруденения признаками рудных полей являются: аномальность их деформационных структур в окружающем пространстве, проявляющаяся в инфраструктуре поля силы тяжести локальными аномалиями разного знака с дискордантным расположением их осей по отношению к региональному полю; широкое развитие метасоматически измененных пород; контроль пространственного положения парагенезисом сдвиговых дислокаций Биргильдинско-Томинской системы.

С мезогипабиссальными интрузиями диоритов и кварцевых диоритов биргильдинско-томинского комплекса связано медно-порфировое оруденение (Биргильдинское (1.0.2.2), Томинское (1.0.2.5) и Мичуринское (1.0.2.4) рудные поля). С телами субвулканического уровня становления связано золото-порфировое оруденение (Березняковское (1.0.2.6), Архангельско-Северотаяндинское (1.0.2.7) рудные поля). Рудные поля медно-порфиновых месторождений характеризуются развитием метасоматитов пропилитовой формации. Рудные тела, приуроченные к эндо-экзоконтактам интрузий, располагаются в поле метасоматитов кварц-серицитовой формации. Рудные поля и месторождения фиксируются комплексными геохимическими ореолами меди, молибдена и серебра. Интрузии выделяются локальными отрицательными аномалиями Δg_b .

Рудные поля золото-порфиновых месторождений характеризуются развитием метасоматитов березитовой и кварц-серицитовой формации. Оруденение, располагающееся преимущественно во внутренних и эндо-экзоконтактовых частях тел кварцевых диоритовых порфиритов, локализуется в метасоматитах кварц-серицитовой формации. Проявления и месторождения сопровождаются комплексными геохимическими аномалиями серебра, мышьяка, сурьмы, висмута и свинца. Рудоносные субвулканические постройки выделяются слабым повышением силы тяжести.

С интрузивными образованиями парагенетически связаны полиметаллическое и золото-кварцевое оруденения. Полиметаллическое оруденение формируется в разновозрастных образованиях за счет газонасыщенного рудно-метасоматического флюида, отделяющегося на начальных (и возможно конечных) стадиях кристаллизации мезо- и гипабиссальных интрузий. Золото-кварцевое оруденение (Шершневское (1.0.1.1), Южно-Челябинское (1.0.2.1) рудные поля) формируется на конечных стадиях кристаллизации мезо- и гипабиссальных интрузий.

При рудоотложении полиметаллических флюидов в карбонатных отложениях формируются промышленные объекты (Мичуринское, Березняковское, Архангельско-Северотаяндинское, Таяндинское (1.0.2.8) рудные поля). Рудные тела образуют пластовые залежи, сопровождающиеся метасоматитами кварц-серицитовой и березитовой формаций. В благоприятных случаях рудные поля сопровождаются комплексными геохимическими ореолами элементов, типоморфных для полиметаллического оруденения.

Завершается эта минерагеническая эпоха образованием мелких проявлений меди в отложениях тугундинской и миасской толщ. Перспективы обнаружения более крупных объектов формации медистых песчаников не ясны.

Позднепалеозойская минерагеническая эпоха началась с формирования гранитных интрузий полетаевского комплекса и завершилась внедрением гранитов кременкульского комплекса, отвечающих орогенной стадии развития площади. Образующиеся в этот этап молассоидные и молассовые отложения не содержат проявлений металлических полезных ископаемых.

Граниты кременкульского комплекса, имеющие редкометалльную специализацию, в эндо- и экзоконтактовых зонах одноименного массива содержат молибденовую минерализацию, которая приурочена к зонам грейзенизации (Кременкульское рудное поле (1.0.1.2)). Внутренняя и эндоконтактная зоны массива сопровождаются геохимическим ореолом молибдена, а в экзоконтакте в составе комплексного ореола появляется вольфрам, который прослеживается в северо-западном направлении в надинтрузивную (и надрудную) область, которая четко фиксируется положительной магнитной аномалией. Здесь можно ожидать промышленное редкометалльное оруденение. С телами и дайками кременкульского комплекса связаны также пункты минерализации урана, не имеющие промышленного значения. Со становлением массива и тел гранитов кременкульского комплекса связан также последний этап формирования золотоносных кварцевых жил (Шершневское и, частично, Южно-Челябинское рудные поля). Кварцевые жилы, образующиеся в этот этап, содержат помимо золота шеелит, молибденит, висмутин.

Раннемезозойская минерагеническая эпоха начинается новой тектоно-магматической активизацией, сопровождавшейся в начальный этап (T_{1-2}) излиянием трапповых базальтов в осевой зоне палеорифта. Затем в депрессиях происходило накопление угленосных отложений (T_3-J_1). С начала активизации и до ее завершения по северо-западным разрывным нарушениям происходило массовое внедрение глубинных субщелочных и щелочных габбро, долеритов, лампрофиров и лампроитов, развитых во всех зонах. В их составе присутствуют высокохромистые (с титаном и марганцем) хромшпинелиды, хромдиопсид, пикроильменит, хромистый титанистый флогопит, пироп-альмандиновые гранаты. Присутствие в породе минералов, характерных для алмазсодержащих лампроитов, свидетельствует о перспективности площади на обнаружение алмазов. В Кочкарско-Айдырлинской минерагенической зоне выделены диатремы, фиксирующиеся изометричными отрицательными аномалиями силы тяжести. В Катенинско-Прииргизской зоне выделены изометричные магнитные аномалии, интерпретируемые, как аномалии от геологических тел трубчатой формы.

В последний этап нижнемезозойской минерагенической эпохи эндогенная активность проявилась в образовании проявлений урана в угленосных нижнемезозойских отложениях. Возраст урановой минерализации определен в 105–118 млн лет. Вероятно, в этот же этап из глубин земли по структурам трансформного разлома поступала нефть, многочисленные проявления которой установлены в угленосных отложениях. Позднее большинство ловушек нефти в триасовых отложениях были разрушены тектоническими нарушениями.

В северной части площади среди триасовых отложений выделяется блок палеозойских пород, который ранее интерпретировался как горстообразный выступ фундамента, разделяющий Челябинский грабен на два рукава. Результаты интерпретации аномалии силы тяжести позволяют утверждать, что этот палеозойский блок является останцом тектонического покрова, имеет мощность 500–1 000 м и залегает на отложениях триаса. В этом случае данная структура является идеальной ловушкой для нефти и здесь можно ожидать ее скопления в промышленных масштабах. Все четыре известные проявления нефти в палеозойских породах [43] расположены именно в этом блоке.

На протяжении следующего позднемеозойско-кайнозойского этапа происходило формирование кор выветривания, пенеппенизация рельефа и накопление континентальных и морских осадков. К образованиям этого этапа приурочены проявления никеля, бокситов, минеральных красок, пункты минерализации урана, россыпи золота и платины, а также месторождения каолина, маршаллита, глин, песков и диатомитов.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

Прогнозная оценка наиболее перспективных месторождений и проявлений выполнена в предыдущем разделе, здесь же приведены данные общей оценки рудных полей.

КОЧКАРСКО-АЙДЫРЛИНСКАЯ МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНА

ЧЕЛЯБИНСКИЙ РУДНЫЙ УЗЕЛ

Шершневское рудное поле. На приисках до глубины 50 м было добыто свыше 3,5 т золота. Учитывая, что с глубиной содержание золота на большинстве жил не уменьшалось, можно предположить, что в интервале 50–100 м содержится такое же (3,5 т) количество золота. Зона развития золотоносных жил характеризуется своеобразной аномальной инфраструктурой поля силы тяжести, которая наблюдается и западнее, на участке такой же площади и имеющем такое же строение. Это позволяет предположить наличие на этом участке таких же золотоносных жил, прогнозные ресурсы которых до глубины 100 м могут достигать 7 т, а всего рудного поля – 10 т золота (P_3).

Кременкульское рудное поле. На его площади отмечено наличие признаков, характерных для молибденового оруденения, что позволяет оценить ее прогнозные ресурсы в 119 тыс. т молибдена (P_3).

БИРГИЛЬДИНСКО-ТОМИНСКИЙ РУДНЫЙ УЗЕЛ

Южно-Челябинское рудное поле. Перспективные запасы в кварцевых жилах по всем приискам рудного поля оценивались в 1,2 т золота [35]. Основные перспективы рудного поля связы-

ваются с дайками плагиогранит-порфиров, среднее извлечение золота из которых достигало 2,5 г/т. Прогнозные ресурсы (P_3) золота в них до глубины 100 м оценивались в 15 т.

Биргильдинское рудное поле. В его пределах расположены Биргильдинское месторождение и проявления меди медно-порфировой формации. Биргильдинское месторождение, запасы (C_2) которого оценены в 150 тыс. т [31], практического значения не имеет. Прогнозные ресурсы (P_1+P_2) месторождения и проявлений оценены в 2 060 тыс. т [28].

Томинское рудное поле. Прогнозные ресурсы (P_1+P_2) месторождения Томинское II оценены в 1 580 тыс. т меди [28], Калиновского проявления (P_2+P_3) – в 840 тыс. т меди и Николае-Святительского проявления (P_3) – в 500 тыс. т меди и 20 т золота.

Мичуринское рудное поле. Среди проявлений рудного поля наибольший интерес представляют Биксизакское проявление цинка и Западно-Биксизакское проявление меди. Прогнозные ресурсы Западно-Биксизакского проявления (P_2) приняты в 50 тыс. т меди, Биксизакского (P_2) – 1 000 тыс. т цинка [40]. Кроме того, в южной половине рудного поля выделен перспективный участок, прогнозные ресурсы (P_3) которого оценены в 1 000 тыс. т цинка.

Вознесенское рудное поле. Выделена обширная геохимическая аномалия иттрия и иттербия, в пределах которой выявлены два пункта минерализации редких земель иттриевой группы. Прогнозные ресурсы (P_3) площади аномалии оценены в 38 тыс. т [28, 40].

Березняковское рудное поле. На площади рудного поля известно Березняковское месторождение и несколько проявлений золота золото-порфировой формации. По данным оперативного подсчета запасы (C_2) золота месторождения и его флангов оценивались в 18,7 т, а прогнозные ресурсы (P_1+P_2) в 30,6 т. Прогнозные ресурсы (P_3) всего рудного поля оценивались в 76 т.

В западной части площади рудного поля, где был выделен геохимический ореол цинка (IV-1-3), фиксирующий, вероятно, полиметаллическое оруденение аналогичное «биксизакскому»; прогнозные ресурсы (P_3) цинка оценены в 1 760 тыс. т [40].

Архангельско-Северотаяндинское рудное поле. В северной части площади рудного поля выделен участок, в пределах которого отмечались все признаки, характерные для полиметаллического оруденения. Его прогнозные ресурсы (P_3) оценены в 750 тыс. т цинка [40].

В южной части площади рудного поля выделен участок, который по своему строению, характеру геофизических и геохимических полей имеет большое сходство с площадью Березняковское месторождения [40]. Перспективность его подтверждена наличием в его пределах проявления золота (IV-1-2) золото-порфировой формации. В настоящее время на площади участка проводятся поисковые работы. По данным оперативного подсчета прогнозные ресурсы (P_2) золота оцениваются в 15,4 т.

Таяндинское рудное поле. Выделено на площади широкого развития карбонатных отложений каменноугольного возраста. Ряд признаков позволяет прогнозировать здесь наличие полиметаллического оруденения стратиформного типа. Прогнозные ресурсы полиметаллов (P_3) оценены в 1 500 тыс. т [40].

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛОЩАДИ

На площади доизучения выделено несколько площадей, которые по ряду признаков являются потенциально перспективными на некоторые виды полезных ископаемых, но имеющихся данных недостаточно для их количественной оценки. Это площади, перспективные на нефть и платину (см. выше).

Алмазы. В Биргильдинско-Томинском рудном узле, в карьере Шеинского месторождения известняков выявлены малые тела и дайки лампроитов мощностью от 0,7 до 35 м, а также диатремы с размерами в поперечнике (100–200)–(600–800) м. Выделена Первомайская потенциально алмазоносная площадь (2), прогнозные ресурсы алмазов (P_3) которой оценены в 1 800 тыс. карат.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Раздел написан по материалам гидрогеологической съемки [85]. Площадь расположена в зоне сочленения Уральского бассейна жильно-блоковых напорных вод (XI-2А) Большеуральского сложного бассейна корово-блоковых безнапорных и напорных вод (XI-2) и Нижнеуральско-Петропавловского бассейна пластовых напорных вод (I-8А) Западно-Сибирского сложного бассейна пластовых безнапорных и напорных вод (I-8).

Западная часть площади отвечает **Восточно-Уральской группе бассейнов регионального стока коровых безнапорно-субнапорных вод (XI-2А-2)**, а восточная – **Восточно-Предуральской группе бассейнов регионального стока пластовых и безнапорно-субнапорных вод (I-8А-1)**.

Западный и восточный районы имеют различное геолого-структурное и геоморфологическое строение, отличаются своеобразием и различиями в рельефе, гидрографическими условиями, степенью раскрытости развитых в них водоносных горизонтов, комплексов и зон (табл. 2, рис. 4).

В Западном районе распространение подземных вод отвечает гидрогеологическим структурам складчатых областей. Здесь развиты трещинные, трещинно-карстовые водоносные зоны. Их воды формируются в границах поверхностных водосборов, образуя небольшие бассейны стока. Водоносность здесь связана с трещиноватостью двух видов.

Первая – развита регионально, с поверхности под влиянием процессов выветривания. Мощности зон трещиноватости составляют 30–50 м в интрузивных, вулканогенных и метаморфических образованиях и 80–100 м – в карбонатных породах. Разгрузка подземного стока этих зон осуществляется в основном в долинах рек и эрозионных врезках.

Второй вид трещиноватости связан с линейными тектоническими зонами, в том числе – новейшими, с зонами контактов разнородных пород, в которых мощности трещиноватых зон достигают 150–200 м. Воды Западного района, благодаря интенсивному водообмену, пресные и ультрапресные гидрокарбонатного кальциевого типа (табл. 2).

В Восточном районе гидрогеологические условия отвечают платформенным структурам ярусного строения, в которых роль верхнего яруса представляют субгоризонтально залегающие вулканиты и осадочные образования от T_{1-2} по миоцен. Подземные воды здесь образуют водоносные горизонты и комплексы, располагающиеся субгоризонтально на значительных площадях, чередующиеся с водоупорными горизонтами. Для этого района характерна в целом неравномерная водообильность, сложные взаимодействия водоносных комплексов в единой водонапорной системе артезианского бассейна, различные гидрохимические условия. Воды здесь преимущественно пресные и солоноватые. Движение подземных вод происходит с запада на восток, в этом же направлении увеличивается и напор. Наблюдаются закономерные увеличения минерализации с запада на восток и с увеличением глубины залегания водоносных горизонтов. В пределах Челябинского грабена в триасовых отложениях на глубинах свыше 300 м отмечены очаги развития соленых вод с минерализацией 10–15 г/дм³ (до 42 г/дм³). Такие очаги характерны для нефтеносных районов.

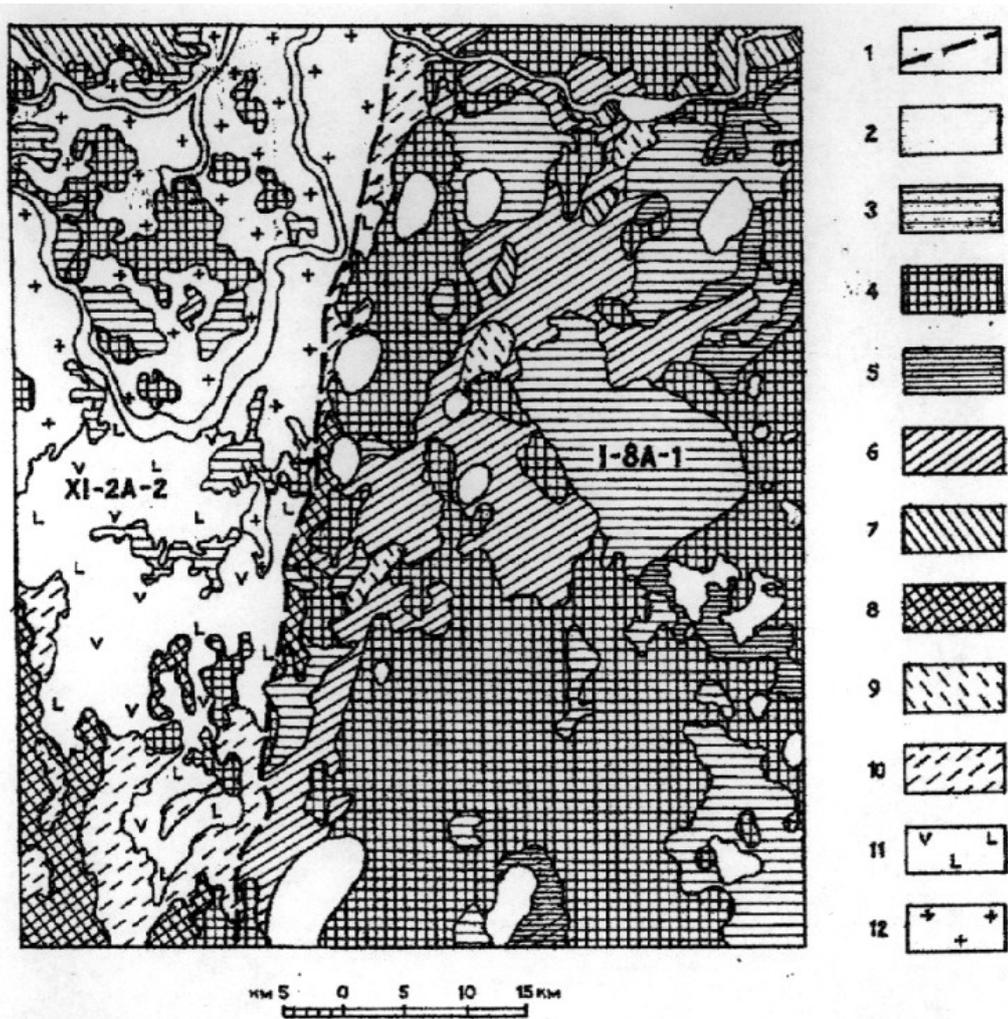
Наибольшее практическое значение для водообеспечения имеют водоносные зоны карбонатных пород фундамента, водонапорные горизонты и комплексы палеоген–меловых образований и воды интрузивных пород в линейных тектонических зонах.

Таблица 2

Водоносные зоны, комплексы и горизонты

Стратигр. подразделения	Свиты, толщи, комплексы пород	Гидрогеологический бассейн	Наименование гидрогеологических подразделений	Литология вмещающих пород	Глубина залегания (м)	Мощность (м)	Дебит (дм ³ /с)	Коэфф. фильтр.	Химический тип вод	Жесткость (мг-экв/дм ³)	Минерализация (г/дм ³)
Q	Четвертичная система	XI-2A-2 I-8A-1	Водоносный, локально слабодонный объедин. четвертичный	Пески аллювиальные, озерные, галечники, глины	0,9–4,7	1,5–2,5	0,017–0,35		Хлоридно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый	4,2–7,8	0,8
N ₂ ² ks	Кустанайская св.		Локально водоносный плиоценовый	Пески, гравий, песчаные глины	1,0–3,7	2,0–5,0	0,01–0,5			10,0–26,7	0,7–21,0
N ₁ ¹⁻² nr P ₃ kr	Наурзумская св. Куртамышская св.		Водоносный комплекс олигоцен-миоценовый	Пески, галечники, прослой глины	2,0–3,0 5,0	1,0 5,0–18,0	0,016–0,14 0,015–1,1		Гидрокарбонатно-кальциево-магниевый или магниевый-кальциевый	6,7–16,5 11,0–15,0	1,0 1,07
P ₂ ²⁻³ cg	Чеганская св.	I-8A-1	Водоупорный горизонт	Глины листоватые, прослой алевролитов							
P ₂ ¹⁻² ir	Ирбитская св.	I-8A-1	Весьма слабодонный, локально водоносный комплекс эоцена	Диатомиты, трепелы, опоковидные глины, песчаники	7,0–8,0	0,8–5,0	0,01–0,5	0,7–14,0	Гидрокарбонатный магниевый-кальциевый	2,7–8,2	1,0–2,4
P ₁ ² sr	Серовская св.	XI-2A-2	Водоносный (серовский) горизонт палеоцена-нижнего эоцена	Опоки, песчаники, гравелиты	8,0–82,0	7,0–39,0	0,1–10,0		Гидрокарбонатный магниевый-кальциевый	3,0–4,6	0,17–0,5
P ₁ K ₂ gn	Талицкая св., суринская св. Ганькинская св.	(в разрезе)	Водоупорный локально водоносный комплекс верхнего мела-палеоцена	Глины, аргиллиты, мергели, песчаники, пески, алевролиты							
K ₂ fd K ₂ zk K ₂ ks	Фадюшинская св. Зайковская св. Камышловская св.	I-8A-1 XI-2A-2	Водоносный горизонт верхнего мела	Песчаники, пески, алевролиты	80,0–110,0	-	0,04–4,2	0,08–39,0	Гидрокарбонатный и хлоридно-гидрокарбонатный	-	1,0

Стратигр. подразделения	Свиты, толщи, комплексы пород	Гидрогеологический бассейн	Наименование гидрогеологических подразделений	Литология вмещающих пород	Глубина залегания (м)	Мощность (м)	Дебит (дм ³ /с)	Кoeff. фильтр.	Химический тип вод	Жесткость (мг-экв/дм ³)	Минерализация (г/дм ³)
K ₂ ms K ₁ sn K ₁ ap	Мысовская св. Синарская св. Алапаевская т.	I-8A-1 XI-2A-2	Водоносный локально водоупорный континентальный	Глины каолиновые с прослоями песков	110–180,0	-	-	-	Хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниево-натриевый	8,2–15,5	1,0–1,2
J ₁ sg T ₃ kr T ₃ kz T ₃ kl	Сугоякская св. Коркинская св. Козыревская св. Калачевская св.	I-8A-1	Водоносный (угленосный) комплекс среднего триаса–ранней юры	Алевролиты, песчаники, конгломераты, аргиллиты, прослой угля	-	-	0,003–2,0	0,003–8,0	Хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный	2,1–10,0	0,5–41,9
T ₁₋₂ bĉ	Бичурская св.	I-8A-1	Водоносный осадочно-эффузивный комплекс нижнего–среднего триаса	Базальты, алевролиты, туфопесчаники			0,09–3,6	1,6–9,1	Гидрокарбонатный кальциево-натриевый	3,6	0,4
O ₂ -S ₁ , S ₁₋₂ D ₁ , D ₂ , D ₂₋₃ C ₁ , C ₂ , C ₃		XI-2A-2 I-8A-1	Водоносная зона карбонатных и терригенных пород ордовика–карбона	Известняки, гравелиты, песчаники, алевролиты	0–75,0	70,0–300,0	0,3–200,0	до 25,0	Гидрокарбонатный кальциево-натриевый и магниевый-кальциевый	3,8–10,0	0,2–1,35
D ₃ -C ₁ , C ₁ O ₁₋₂		XI-2A-2 I-8A-1 (в разрезе)	Водоносная зона вулканогенных пород (O ₁ -C ₁)	Туфы, лавы андезитов, базальтов; ксенотуфы, прослой известняков, сланцев	0–16,0	60,0–150,0	0,1–25,0	0,004–30,0	Гидрокарбонатный кальциево-натриевый и натриево-кальциевый	3,8–11,7	0,3–1,0
PR ₁ -P ₁		XI-2A-2 I-8A-1	Водоносная зона протерозойско-палеозойских метаморфических и интрузивных пород	Гнейсы, сланцы, метадиориты, диориты, гранодиориты, пироксениты, граниты					Гидрокарбонатный магниевый-натриевый		



1-Граница гидрогеологических районов: XI-2A-2 - Восточно-Уральская группа бассейнов регионального стока коровых безнапорно-субнапорных вод; I-8A-1-Восточно-Предуральская группа бассейнов регионального стока пластовых и безнапорно-субнапорных вод; 2-Водоносный объединенный четвертичный комплекс; 3-Локально водоносный плиоценовый комплекс; 4-Водоносный олигоцен-миоценовый комплекс; 5-Водоупорный чеганский горизонт; 6-Весьма слабо водоносный комплекс эоцена; 7-Водоносный горизонт палеоэоцена-нижнего эоцена (серовский); 8-Водоносные горизонты и комплексы мела (K₁-K₂); 9-Водоносный (угленосный) комплекс; 10-Водоносная зона нижне-средне-и верхнекаменноугольных терригенно-карбонатных пород; 11-Водоносная зона вулканогенных пород O₁-O₄; 12-Водоносная зона протерозойско-палеозойских метаморфических и интрузивных пород (PR₁?-P₁?)

Рис. 4. Схема распространения водоносных комплексов (зон, горизонтов).

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Район расположен в лесостепной зоне. Геоморфологически на площади с запада на восток выделяются следующие природные ландшафты: холмистая возвышенная равнина, наклонно-волнистая равнина, плоская равнина, долины рек. В отдельный класс выделены техногенные ландшафтные комплексы. Характеристика природных и техногенных ландшафтных комплексов приведена на карте.

Учитывая степень нарушенности среды, проведено эколого-геологическое районирование территории и выделены площади с удовлетворительной, напряженной и кризисной обстановками.

К *удовлетворительной* отнесена обстановка в западной части района с локальным развитием природных опасных процессов (ветровой и водной эрозии пахотных земель, карстовых явлений) и относительно слабыми (1–8 ПДК) природными ореолами меди, цинка, иттрия в коренных породах, радиоактивных элементов (уран, радий) – в почвах.

К *напряженной* отнесена обстановка преимущественно в восточной половине листа, где основными неблагоприятными природными факторами являются заболачивание обширных территорий и засоление почв. В результате хозяйственной деятельности геологическая среда на поверхности нарушена в средней степени. Здесь около 70 % территории, не занятой болотами, распахана. В поселках сельского типа имеются животноводческие комплексы, склады горюче-смазочных материалов. Прочие техногенные объекты представлены нефтепродуктопроводом, железной дорогой, сетью автомобильных дорог, в основном грунтовых, реже – с асфальтовым покрытием.

Кризисная обстановка отмечается в северной и южной частях площади и обусловлена функционированием крупного промышленного центра – г. Челябинска, а также угледобывающих предприятий Челябинского бурого угольного бассейна – гг. Копейска, Коркино, Еманжелинска. Почти все элементы природных ландшафтов здесь интенсивно нарушены, а на площадях открытой и подземной добычи угля полностью уничтожены и классифицируются как техногенные пустоши, которые отчетливо дешифрируются на аэрокосмоснимках [44]. С объектами черной и цветной металлургии, химической, машиностроительной, горнодобывающей, строительной, пищевой промышленности в городах связано загрязнение атмосферы, почвы, поверхностных и подземных вод вредными веществами. На площади г. Челябинска в почвах выявлены [20] техногенные ореолы (площадью 200 км²) тяжелых металлов (Cu – 2 ПДК, Pb – 2 ПДК, Mo – 3 ПДК, Cr – 3 ПДК, Zn – 4 ПДК, Ni – 2 ПДК). Индекс загрязнения атмосферного воздуха здесь составляет 12 единиц, что соответствует высокому уровню загрязнения [4]. Концентрация вредных примесей в воздухе составляет: пыль – 0,7 ПДК, диоксид серы – 0,5 ПДК, диоксид азота – 1,0 ПДК, фенол – 0,7 ПДК, формальдегид – 2,0 ПДК, бенз(а)-пирен – 3,3 ПДК. С густой сетью транспортных автомагистралей связано загрязнение почв свинцом, ртутью, бенз(а)-пиреном в полосе шириной 80–100 м вдоль них. Выбросы вредных веществ при эксплуатации автотранспорта составляют 87,2 тыс. т, тепловозов – 2,8 тыс. т.

Общее количество выбросов вредных веществ в атмосферу в 1996 году составило в г. Челябинске 133,9 тыс. т, в г. Коркино – 9,8 тыс. т, в г. Копейске – 15,6 тыс. т, в г. Еманжелинске – 13,7 тыс. т [4]. Преобладают вредные вещества, сконцентрированные в жидкой и газообразной фазе. Площадь интенсивного запыления составляет 500 км².

В городах остро стоит проблема складирования отходов. Ежегодно на территории г. Челябинска складывается 350 тыс. т бытовых и более 1 млн. т промышленных отходов. Площадь земель, занятых отходами, составляет около 1 200 га [4].

К неблагоприятным экзогенным процессам относятся: заболачивание территории в восточной и юго-западной частях листа, ветровая эрозия и деградация почв в западной части района [44]. В восточной части района заболачиваются озера, находящиеся в разной степени усыхания, а в юго-западной – древние карстовые воронки. Почвы здесь представлены солонцеватыми

черноземами, солонцами, малопригодными для земледелия. Дефляции и водной эрозии почв способствует длительное использование земель под пашню, что приводит к нарушению первичной структуры почвы, снижению в ней содержания гумуса. При этом развивается сеть ложбин и бессточных понижений.

На территории Челябинского грабена отмечаются медленные воздымания и опускания земной поверхности, связанные с эндогенными процессами и способными привести к изменению форм рельефа и ландшафта района в целом.

Основными загрязнителями водных ресурсов являются предприятия черной и цветной металлургии, а также хозяйственные стоки городов. Реки и озера загрязняются от животноводческих комплексов, построенных без очистных сооружений, из-за складирования навоза на склонах речных долин и нарушения правил хранения удобрений и пестицидов. В воде рек и озер установлено повышенное содержание азота и фосфора, стимулирующих рост водной растительности, что приводит к зарастанию водоемов.

В реку Миасс ежегодно сбрасываются сточные воды объемом 306,2 млн м³, отрицательно влияющие на качество воды. В воде превышение ПДК по азоту аммонийному составляет 24,9 раз, фенолам – 3 раза, азоту нитритов – 16,5 раз, цинку – 9 раз, фосфатам – 6 раз, нефтепродуктам – 18 раз, меди – 6 раз. В воде присутствует сероводород на уровне экстремально высокого загрязнения – до 0,9 мг/л [4]. Даже в Шершневском водохранилище, являющемся основным источником водоснабжения города, в воде установлены медь – до 5 ПДК, цинк – до 2 ПДК, нефтепродукты – до 1,6 ПДК. Способность р. Миасс к самоочищению практически исчерпана и требуются экстренные меры по ее оздоровлению.

Озера Смолино, Первое, Второе, Третье, Четвертое, Шелюгино, Синеглазовское и др. испытывают сброс сточных вод предприятий и шахтных вод. Некоторые из них мелеют и зарастают.

Верхний горизонт подземных вод является незащищенным и испытывает загрязнение. Аномалии с высокой минерализацией подземных вод (4–5 г/л и более) соответствуют зонам интенсивного загрязнения почв [36].

На площади листа эколого-геологическая ситуация с каждым годом ухудшается из-за накопления в природной среде вредных веществ. Продолжается деградация и загрязнение земель, водных объектов и воздушного бассейна. Природоохранные мероприятия, осуществляемые государством, крайне недостаточны для оздоровления экологической ситуации. Существующие экологические программы реализуются не в полном объеме, в основном отслеживается состояние природной среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На площади листа N-41-VIII развиты образования различного генезиса и возраста. Вскрыты контакты и изучены взаимоотношения большинства выделенных стратиграфических подразделений, возраст обоснован палеонтологическими или радиологическими данными. Изучены взаимоотношения магматических и ультраметаморфических образований с вмещающими породами, возраст большинства из них обоснован радиологическими данными.

Наиболее полно и детально изучена территория, расположенная западнее Восточно-Копейского разлома, ограничивающего Челябинский грабен с востока. К востоку от него дочетвертичные образования изучены по серии профилей в разрезах буровых скважин. Возраст и взаимоотношения стратифицируемых образований здесь недоизучены. Решение этих вопросов возможно только с применением бурения глубоких скважин. Керн ранее пробуренных скважин в настоящее время уничтожен (остались лишь отдельные образцы керна). Изучение этой части территории может дать принципиально новые данные по ее металлогении.

Требуется дополнительное изучение образований, датированных протерозоем. Дискуссионным остается вопрос о возрасте магматических образований ряда комплексов: смолинского, колымбаевского и шиханского. Абсолютное датирование их требует применения более современных методик.

Вопрос об обстановке формирования андезитоидной и диоритовой формаций в позднедевонское–раннекаменноугольное время также дискуссионен. Решение о том, было ли это проявлением магматизма на активной континентальной окраине или в условиях континентального рифтогенеза, или происходило в обстановке тылового рифта на активной окраине, требует изучения латеральных рядов формаций и их металлогении в пределах всей структуры – на территории, значительно превышающей площадь листа N-41-VIII.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная

1. *Андреева З. А.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Лист N-41-XV. – Свердловск, 1985. 159 с.
2. *Бородина Н. С., Шардакова Г. Ю.* К петрологии Смолинского тоналитового плутона (Челябинский массив) // Ежегодник-1989. Ин-т геологии и геохимии УФАН СССР. – Свердловск, 1990. С. 15–17.
3. *Варлаков А. С.* Дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс офиолитов и его происхождение. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. 176 с.
4. Комплексный доклад о состоянии окружающей природной среды Челябинской области в 1996 г. – Челябинск, 1997. 296 с.
5. *Краснобаев А. А., Кузнецов Г. А., Давыдов В. А.* Уран-свинцовый возраст цирконов из гнейсов Челябинского комплекса // Ежегодник-1994. ИГГ им. ак. Заварицкого А. Н. – Екатеринбург, 1995. С. 34–37.
6. *Кузнецов Н. С.* Палеотектонические условия формирования Биргильдинско-Томинского рудного узла // В сб.: Геофизические методы поисков и разведки рудных и нерудных месторождений. – Свердловск, 1990. С. 8–14.
7. *Сигов А. П., Гузовский Л. А., Гудошников В. В. и др.* Объяснительная записка к карте кор выветривания Урала. – Свердловск, 1981. 212 с.
8. *Сначев В. И., Кузнецов Н. С., Рачев П. И.* Магматизм и металлогения северной части Восточно-Уральской рифтовой системы. – Препринт, УНЦ РАН, 1994. 33 с.
9. *Ферштатер Г. Б.* Петрология главных интрузивных ассоциаций. – М: Наука, 1987. 232 с.
10. *Ферштатер Г. Б., Малахова Л. В. и др.* Эвгеосинклинальные габбро-гранитоидные серии. – М.: Наука, 1984. 264 с.
11. *Шардакова Г. Ю.* Проблемы генезиса магматических и метаморфических пород // Тезисы докл. – СПб, 1998. С. 151–152.

Фондовая

12. *Андреев Я. Т.* Отчет по обследованию соляных озер в Челябинской области по договору с Челябинским Пищепромом в 1942 году. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1942.
13. *Андрюченко В. М.* Отчет о результатах поисково-ревизионных работ на бокситы в Челябинском Зауралье Челябинская и Курганская области). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1964.
14. *Антохина Е. В., Мурдид З. М.* Составление литологических карт мезокайнозойских отложений и коры выветривания в м-бе 1 : 200 000 для Восточного склона Урала и Зауралья в пределах Челябинской области. Т. 1–10. – Челябинский ТГФ, 1963.
15. *Афанасьев Ю. Н., Миллер-Носов Ф. Ф.* Отчет о региональных работах в пределах Челябинского Зауралья (листы N-41-II, VIII, XIV (в. п.), N-41-III (з. п.), N-41-XV), проведенных Зауральским отрядом в период 1959–1960 гг. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1961.
16. *Бадалян С. В.* Отчет о результатах геофизических работ, проведенных Троицкой геофизической партией на территории Сосновского, Еманжелинского и Аргаяшского районов Челябинской области в 1960 г. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1961.
17. *Бадалян С. В., Юфимов В. Ф.* Отчет о результатах геофизических работ, проведенных геофизической партией № 5 в Сосновском и Чебаркульском районах Челябинской области в 1958 г. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1959.
18. *Белгородский Е. А., Селиверстов Г. Ф.* Составление прогнозной карты Челябинской области масштаба 1 : 200 000 для поисков месторождений меди главнейших промышленно-генетических типов на Южном Урале в 1981–1983 гг. Т. 1–5. – Челябинский ТГФ, 1983.
19. *Бельтенева Е. Б., Сухачев В. П.* Магнитная съемка Восточного склона Урала, проведенная в 1950 г. (Сосновский, Кунашакский, Еманжелинский, Троицкий районы Челябинской области). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1951.
20. *Бобков М. Ф.* Отчет о результатах работ по подготовке геофизической основы для геологосъемочных работ масштаба 1 : 25 000 с общими поисками, подготовка геохимической основы масштаба 1 : 50 000 и разработка рабочей опорной легенды на Челябинскую площадь, проведенных в 1988–1991 гг. Челябинским ГГО. Т. 1–4. – Челябинский ТГФ, 1991.
21. *Болмосов И. А., Григорьева В. А.* Составление геолого-экономической карты месторождений строительных материалов Челябинской области на период 1981–1990 гг. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1982.

22. *Боякова В. Д., Нестерова Л. Г., Тараскина А. И.* Сбор, систематизация и обобщение материалов по истории разведки и геологического изучения Челябинского бурогоугольного бассейна. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1971.
23. *Горбунова О. Ф., Савинова О. Ф.* Отчет о результатах поисково-разведочных работ на восточных депрессиях в районе сел Назарово–Баязитово, проведенных в 1951–1953 гг. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1953.
24. *Гришанова Л. П.* Отчет об опытно-производственных работах сейсмической партии № 41/53 в Челябинской области в 1953 г. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1954.
25. *Дмитриев С. В.* Отчет о геологосъемочных работах на территории г. Челябинска и его окрестностей масштаба 1 : 50 000 (листы N-41-27-Б, Г; N-41-28-А, В). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1935.
26. *Добашина Ж. И.* Ревизионно-обследовательские работы на месторождениях строительных материалов Челябинской области по состоянию на 01.01.1993 г. Т. 1, 2, 3. – Челябинский ТГФ, 1993.
27. *Дрыжак Н. Б.* Отчет о результатах предварительной и детальной разведки месторождения строительного камня Мирное, проведенной Южно-Уральским ГПП в 1995–1997 гг. в Красноармейском районе Челябинской области с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.1998 г. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1998.
28. *Егоров А. Н.* Отчет о поисковых работах на медные руды на Томинском участке, проведенных геолого-геохимической партией в Сосновском и Еткульском районах Челябинской области в 1985–1992 гг. Т. 1–4. – Челябинский ТГФ, 1992.
29. *Еремеев С. А.* Результаты аэро- и наземных поисков месторождений урана, проведенных на Свердловской площади в 1975–1976 гг. (Отчет партии № 75 по работам 1975–1976 гг.). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1976.
30. *Захарьевич А. Н.* Установление основных закономерностей строения нижнемезозойской угленосной формации Челябинского бурогоугольного бассейна (Минуглепром СССР, ГЭ «Уралуглеразведка»). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1982.
31. *Зобин Б. А.* Отчет о геолого-поисковых работах на медные руды на Биргильдинском, Архангельском, Тугундинском и Томинском участках в Сосновском и Еманжелинском районах Челябинской области, проведенных Ключевской КГРП в 1959–1960 гг. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1961.
32. *Зобин Б. А.* Отчет о геолого-поисковых работах на медные руды на Мичуринском, Восточно-Томинском и Баландинском участках в Сосновском районе Челябинской области, проведенных Ключевской ГРП в 1961 году. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1962.
33. *Итэсь В. В.* Геофизические работы в Челябинском бурогоугольном бассейне в 1940 г. (Сосновский и Копейский районы – на севере и Еткульский – на юге). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1941.
34. *Какорина А. В.* Отчет о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на строительный камень в районе г. Челябинска, проведенных Южно-Уральским государственным геологическим предприятием в 1991–1997 гг. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1997.
35. *Кашигин Л. В.* Восточная зеленокаменная полоса Южного Урала (Отчет о маршрутных поисках масштаба 1 : 50 000 в 1957 г.). Т. 1–6. – Челябинский ТГФ, 1960.
36. *Кислицын П. А.* Отчет о результатах работ на специализированное геолого-экологическое картирование Челябинского промышленного узла масштаба 1 : 50 000 (листы N-41-27-Б, Г; N-41-28-А, Б). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1985.
37. *Копелова М. В., Степанова Н. В.* Изучение условий залегания палеозоя в Челябинском бассейне с целью выявления благоприятных условий для заложения поисковых скважин на газ и нефть. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1962.
38. *Котов В. Ф., Кнышева Н. И., Горячкина Т. И.* Определение оптимальных направлений дальнейшего развития минерально-сырьевой базы (уголь) на территории Челябинской области. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1998.
39. *Краль Е. М.* Отчет о детальном геофизическом исследовании на Восточно-Челябинском участке в 1945 г. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1946.
40. *Кузнецов Н. С.* Отчет о геологическом доизучении масштаба 1 : 50 000 Полетаевской площади и общих поисков меди, полиметаллов, золота и других полезных ископаемых. Т. 1–3. – Челябинский ТГФ, 1995.
41. *Кузьмин А. Г., Левит А. И., Рапп Э. М.* Отчет о результатах поисков железных руд на Чебаркульском участке, выполненных геолого-геофизической партией в 1986–1990 гг. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1990.
42. *Кураев Н. И.* Предварительное краткое описание Шершневого месторождения арсенопирита (мышьяковистого колчедана), леллингита и рудного золота. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1924.
43. *Ласточкин В. А.* Краткая сводка нефтегазопоявлений Челябинского бурогоугольного бассейна. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1958.
44. *Левит А. И., Левит Н. В., Малаева Л. А.* Районирование в масштабе 1 : 500 000 территории Челябинской области по устойчивости природной среды к антропогенным нагрузкам. Т. 1. – Челябинск, 1994.
45. *Левит Н. В., Батанина И. М.* Отчет по составлению геоиндикационной карты Челябинской области м-ба 1 : 200 000 по материалам мелкомасштабной съемки в пределах эвгеосинклинальной зоны Урала с целью создания аэрогеологической основы для прогнозно-металлогенических работ на железные руды. Т. 1–3. – Челябинский ТГФ, 1983.
46. *Лидер В. А., Генералов П. П. и др.* Карта четвертичных отложений Урала м-ба 1 : 500 000. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1965.
47. *Львов Б. К., Жангуров А. А.* Петрология и минералогия гранитоидов Челябинского массива. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1961.
48. *Мамаев Н. Ф.* Геологическая карта Урала м-ба 1 : 200 000. Лист N-41-VIII (Челябинск) (Предварительный отчет о работе Челябинской геологосъемочной партии в 1951–1952 гг.). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1952.

49. *Марков С. Н.* Геология и ураноносность Челябинского бурогоугольного бассейна (Отчет о результатах работ партий № 71 и 8 Зеленогорской экспедиции за 1977–1980 гг. по объектам № 71-2 и 8-5). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1980.
50. *Меньшиков П. М.* Отчет о гравитационных наблюдениях по Восточному склону Урала и вблизи Челябинского района в районе Коркинского месторождения бурых углей. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1932.
51. *Меньшиков П. Н.* Отчет о гравиметрической разведке на бурые угли в районе г. Челябинска за 1932–1933 гг. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1933.
52. *Меньшиков П. Н., Хохряков Н. В.* Отчет о результатах гравиметрической съемки в Челябинском бурогоугольном бассейне в 1939 году. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1940.
53. *Молчанов А. С., Онищенко Г. С.* Отчет Челябинского ГСО о работах по документации горных выработок сторонних организаций и систематизации геологических материалов по территории г. Челябинска за 1965–1966 гг. (листы N-41-27-Б-г, N-41-27-Г-а, б). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1966.
54. *Молчанов А. С., Розин В. А.* Отчет (промежуточный) Челябинского геологосъемочного отряда за 1960–1961 гг. о результатах геологосъемочных работ в Сосновском районе Челябинской области (лист N-41-27-Б). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1962.
55. *Молчанов А. С., Розин В. А.* Геологическая карта Урала масштаба 1 : 50 000. Листы N-41-27-А, N-41-27-Г (ю. п.) (Отчет Кременкульского геологосъемочного отряда о результатах геологосъемочных работ за 1962–1963 гг.). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1964.
56. *Морозов И. Ф.* Отчет о результатах структурно-картировочного бурения на Ерофеевской, Пригородной, Синеглазовской и Камышинской площадях Челябинского бурогоугольного бассейна. Т. 1–7. – Коркино–Тюмень, 1955.
57. *Носаль В. И.* Нефтепроявления в нижнем мезозое Челябинской депрессии и некоторые закономерности их распространения. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1959.
58. *Обухова В. С., Степанова Н. В.* Прогнозная карта на золото по Багарякскому и Челябинскому золотоносным районам Челябинской области масштаба 1 : 200 000. Листы О-41-XXXII (ю. п.), N-41-II, VIII, XIV (з. п.). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1970.
59. *Одинцова Т. К., Коломейский М. Н.* Отчет о результатах поисков угленосных депрессий на восточных перспективных площадях (Назаровское, Дуванкульское и Уйское пересечения) (Челябинская, Курганская области РСФСР и Кустанайская область Казахской ССР). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1959.
60. *Петров Г. К., Иванов В. Ф., Юсупов Н. А. и др.* Отчет о результатах детальных поисков железных руд на Каясанском участке (Каясанский ГПО, 1979–1981 гг.). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1981.
61. *Петров Г. К., Кириленков В. И.* Отчет о результатах детальных поисков железных руд на Мичуринском участке (Мичуринский ГПО, 1977–1979 гг.) (Сосновский и Еткульский районы Челябинской области). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1979.
62. *Пискунов Ф. А. и др.* Геологическая карта Урала масштаба 1 : 50 000. Листы N-41-63-А, В (Отчет Санарского геологосъемочного отряда о результатах геологосъемочных работ масштаба 1 : 50 000, проведенных в Троицком районе Челябинской области в 1966–1970 гг.). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1970.
63. *Потехина Т. Н., Пыхтеев Н. В., Котова Л. Е.* Отчет о результатах массовых поисков и поисково-оценочных работ на редкие металлы, проведенных в 1963–1966 гг. на Кременкульском участке Сосновского района Челябинской области. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1966.
64. *Проценко А. П.* Отчет о результатах региональных геофизических и геохимических работ м-ба 1 : 25 000–1 : 50 000, проведенных геолого-геофизической партией в 1985–1988 гг. на Полетаевской площади. Листы N-41-27-В (ю. п.), Г (ю.-з. ч.), N-41-38-Б (в. п.), Г (в. п.), N-41-39-А, Б (з. п.), В, Г (з. п.). Т. 1–5. – Челябинский ТГФ, 1988.
65. *Проценко А. П., Соков Е. В., Плотникова Т. В.* Отчет о результатах поисковых геофизических работ м-ба 1 : 25 000 на железные руды на Томинском участке в Еткульском, Сосновском, Чебаркульском и Увельском районах Челябинской области, выполненных геофизической партией в 1978–1981 гг. Т. 1–5. – Челябинский ТГФ, 1981.
66. *Разумов Ю. Н., Какорин В. И., Добашина Ж. И.* Ерофеевское месторождение стекольных песков. Подсчет запасов по состоянию на 01.01.1978 г. по результатам геологоразведочных работ, проведенных в 1971–1977 гг. (Еткульский район Челябинской области). Т. 1–6. – Челябинский ТГФ, 1977.
67. *Разумов Ю. Н., Федорищева У. К.* Отчет о результатах поисков и предварительной разведки строительных песков в Красноармейском районе Челябинской области, проведенных в 1972–1973 гг. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1973.
68. *Рапопорт М. С., Ананьева Е. М. и др.* Карта гранитоидных формаций Восточно-Уральского поднятия и прилегающих районов масштаба 1 : 200 000, как основа для прогнозирования связанного с гранитоидами оруденения (Отчет партии региональной геофизики за 1977–1981 гг.). Т. 1–4. – Челябинский ТГФ, 1981.
69. *Ромашова Л. Н., Горячкина И. М.* Геологическая карта Урала масштаба 1 : 50 000 (листы N-41-39-А, Б (з. п.), N-41-39-В, Г (з. п.), N-41-51-А, N-41-51-В) и масштаба 1 : 25 000 (листы N-41-39-А-а, N-41-39-А-б) (Еманжелинский и Увельский районы). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1963.
70. *Рябов В. С., Кашигин Л. В., Черепов Ф. Г.* Отчет о работе Южно-Челябинской геолого-поисково-разведочной партии треста «Миассзолото» за 1950 г. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1950.
71. *Савинова О. В.* Отчет о поисковой разведке участка Восточно-Камышинского-II в Камышинском угленосном районе Челябинского бурогоугольного бассейна. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1952.
72. *Сергеев П. Ф., Новиков В. В., Кориунков И. Н.* Отчет о результатах общих поисков масштаба 1 : 100 000 подземных пресных вод для водоснабжения сельскохозяйственных объектов на Еткульском участке в Еткульском и Увельском районах Челябинской области, выполненных Восточной геофизической партией в 1978–1980 гг. Т. 1–3. – Челябинский ТГФ, 1980.

73. Серов Г. С., Александрова К. Д. Объяснительная записка к карте размещения месторождений полезных ископаемых пригородной зоны г. Челябинска в масштабе 1 : 25 000 и реестр месторождений на 01.01.1963 г. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1962.
74. Серов Г. С., Пономаренко А. Т. Справочник по месторождениям неметаллических полезных ископаемых и минеральных строительных материалов Челябинской области (по состоянию на 01.01.1965 г.). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1967.
75. Сигов А. П., Бурдина О. В. Геология южной части Южного Зауралья (Промежуточный отчет 1-ой Восточно-Уральской партии по работам 1953 года). Т. 1–4. – Челябинский ТГФ, 1954.
76. Сигов А. П., Бурдина О. В. Отчет о геологосъемочных работах в масштабе 1 : 500 000 и поисках титановых россыпей на территории Южного Зауралья в 1955 году (Восточная часть Челябинской области и западная часть Курганской области). Т. 1–5. – Челябинский ТГФ, 1955.
77. Сигов А. П., Бурдина О. В. Отчет по геологическому картированию мезо-кайнозойских отложений в масштабе 1 : 500 000 и рекогносцировочным поискам на титан в равнинной части Восточного склона Южного Урала и изучению материалов структурно-поискового бурения, проведенного в Южном Зауралье в 1957 году. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1957.
78. Сигов А. П., Бурдина О. В. Геология Южного Зауралья (планшеты N-41-A и Б). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1959.
79. Смолин А. П. Окончательный отчет Уральской вольфрамовой экспедиции. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1935.
80. Сотников П. М., Коршунков И. Н. Отчет о результатах детальной разведки Нехорошевского месторождения формовочных песков в Челябинской области за 1966 год. Т. 1–6. – Челябинский ТГФ, 1967.
81. Стефановский В. В. Создание опорного разреза верхнего плиоцена (эоплейстоцена) на Южном Урале и в Зауралье. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1993.
82. Титов А. Г., Шадымова Л. Н. Отчет о результатах общих поисков железных руд на Смолинском участке в Челябинской области (в пределах г. Челябинска) в 1981–1986 гг. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1986.
83. Туаев Н. П. Геологическое строение и оценка перспектив нефтеносности Челябинского района (Отчет по теме № 358-360). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1955.
84. Туманов А. Е., Мальцева И. Д. Отчет о результатах работ Зауральского отряда за 1959–1963 гг. по разбуриванию Троицкого и Курганского геолого-геофизических профилей и систематизации геологических материалов в пределах Челябинского Зауралья (листы N-41-II, III, VIII, IX, XIV, XV). Т. 1–10. – Челябинский ТГФ, 1963.
85. Феценко Н. Д. Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1 : 200 000, проведенной на территории планшета N-41-VIII в 1963 году (Сосновский, Красноармейский, Увельский районы Челябинской области). Т. 1–7. – Челябинский ТГФ, 1967.
86. Филатов А. Ю. Отчет о геолого-поисковых и предварительных разведочных работах на пески локомотивные и строительные на участке между ж.-д. станциями Козырево и Каясан Южно-Уральской железной дороги, проведенных в 1989–1991 гг. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1992.
87. Целовальников М. Н. Отчет о результатах гравиметровой съемки масштаба 1 : 200 000, проведенной в пределах листов N-41-VIII и N-41-XIV в 1960 году. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1961.
88. Черменинов Б. А., Черменинова И. В. Геологическая карта Урала масштаба 1 : 50 000. Листы N-41-27-B, N-41-39-A (Отчет о работе Полетаевской поисково-съемочной партии в 1952–1953 гг.). Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1953.
89. Чутылин И. И. Челябинская (Шершневская) группа золото-мышьяковых месторождений. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1928.
90. Чурсин А. В., Халымбаджа И. Г., Алфутов В. А. Отчет об аэромагнитной съемке масштаба 1 : 25 000–1 : 50 000 на Курганской площади в 1976–1978 гг. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1978.
91. Шагалов Г. А., Ромашов А. М. Отчет Ново-Украинского отряда № 5 о результатах поисковых работ на уран, проведенных в Кочкарском районе на Южном Урале и в Среднем Зауралье в 1965 году. Т. 1–4. – Челябинский ТГФ, 1965.
92. Шуб И. З., Гагин С. И. и др. Стратиграфия рыхлых отложений, геоморфология и гипергенные полезные ископаемые Аргаяшского, Сосновского, Чебаркульского и Брединского районов Челябинской области (Отчет о поисково-геоморфологических работах Миасского отряда за 1972–1977 гг.). Т. 1–3. – Челябинский ТГФ, 1977.
93. Шуб И. З., Поваренкин В. С. и др. Отчет Миасского отряда Уральской поисковой партии по проведенным поисково-геоморфологическим работам на россыпное золото в Челябинской области за 1977–1979 гг. Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1980.
94. Шулькин Е. П., Левит А. И. и др. Геологическая карта Урала масштаба 1 : 50 000. Планшеты N-41-63-Г, N-41-64-В и N-41-64-Г (ю. п.) (Отчет Троицкого геологосъемочного отряда о результатах геологосъемочных работ масштаба 1 : 50 000, проведенных в Троицком районе Челябинской области и в Карабалыкском районе Казахской ССР в 1961–1964 гг.). Т. 1–4. – Челябинский ТГФ, 1966.
95. Южанов А. Н., Аккерманцев С. М. и др. Отчет по поисково-разведочным и геофизическим работам на пьезокварц, проведенных в Аргаяшском, Сосновском и Чебаркульском районах Челябинской области (Партия № 5, 1962–1964 гг.). Т. 1 и 2. – Челябинский ТГФ, 1965.
96. Юсупов Н. А., Малютин А. П., Мячкова Т. В. Отчет о результатах поисковых геофизических работ масштаба 1 : 25 000, проведенных Троицкой геофизической партией в 1975–1976 гг. на Мичуринском участке. Т. 1. – Челябинский ТГФ, 1977.
97. Юсупов Н. А., Малютин А. П., Мячкова Т. В. Отчет о результатах поисковых геофизических работ масштаба 1 : 25 000 на железные руды на Каясанском участке (Троицкая партия, 1976–1977 гг.). Т. 1–5. – Челябинский ТГФ, 1978.

Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации (досреднеюрские образования) 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					
<i>Уголь бурый</i>					
I-3	3	Участок Сугоякский 3-4	К	[30]	Подсчитаны прогнозные ресурсы
I-3	5	Участок Западно-Миасский	К	[22]	Разведано
I-3	6	Участок Центрально-Восточно-Миасский	К	[22]	Разведано
I-3	7	Участок Примииасский	К	[22]	Разведано
I-3	10	Поле шахты Миасская	К	[22]	Законсервировано
I-3	11	Участок Коноваловский	К	[22]	Разведано
I-3	15	Участок Приозерный	К	[22]	Разведано
I-3	16	Поле шахты №56	К	[22]	Законсервировано
I-3	20	Поле шахты №16	К	[22]	Законсервировано
I-3	22	Поле шахты Северная	К	[30]	Законсервировано
II-3	2	Поле шахты Красная Горнячка	К	[30]	Эксплуатируется
II-3	3	Поле шахты Центральная	К	[38]	Эксплуатируется
II-3	4	Участок Западно-Камышинский III	К	[22]	Разведано
II-3	5	Поле шахты Капитальная	К	[38]	Эксплуатируется
II-3	6	Поле шахты №49	К	[22]	Законсервировано
II-3	7	Поле шахты Комсомольская	К	[38]	Эксплуатируется
II-3	8	Поле шахты Подозерная	К	[38]	Законсервировано
II-3	9	Участок Восточно-Камышинский I	К	[22]	Разведано
III-2	3	Поле шахты Октябрьская	К	[38]	Законсервировано
III-2	9	Участок Чумлякский	К	[38]	Разведано
III-2	11	Участок Калачевский II	К	[22]	Разведано
III-2	13	Поле шахты Чумлякская	К	[38]	Законсервировано
III-2	14	Поле шахты Калачевская	К	[30]	Законсервировано
III-2	15	Поле шахты Коркинская	К	[38]	Эксплуатируется
III-2	18	Разрез Коркинский I-2	К	[30]	Эксплуатируется
III-2	19	Участок Восточно-Коркинский II	К	[22]	Разведано
III-2	22	Поле шахты Бектышская	К	[22]	Законсервировано
III-2	23	Поле шахты Пригородная	К	[22]	Законсервировано
III-2	25	Участок Северо-Бектышский	К	[30]	Разведано
III-2	26	Участок Ерофеевский I-II	К	[30]	Разведано
III-2	27	Участок Южно-Бектышский	К	[30]	Разведано
IV-2	1	Участок Средне-Батурицкий I-II	К	[22]	Разведано
IV-2	2	Участок Батурицкий Прибортовой	К	[38]	Разведано
IV-2	3	Поле шахты Восточная	К	[38]	Законсервировано
IV-2	5	Участок Северо-Батурицкий II	К	[22]	Разведано
IV-2	6	Участок Западно-Батурицкий II	К	[30]	Разведано
IV-2	7	Разрез Батурицкий	К	[30]	Эксплуатируется
IV-2	8	Поле шахты Батурицкая	К	[38]	Законсервировано
IV-2	9	Поле шахты Южная	К	[30]	Законсервировано
IV-2	10	Участок Восточно-Батурицкий №4	К	[22]	Разведано
IV-2	11	Поле шахты Еманжелинская	К	[30]	Законсервировано
IV-2	12	Поле шахты 19-А	К	[30]	Законсервировано
IV-2	13	Участок Ключевской I-II	К	[38]	Разведано
IV-2	14	Участок Сарыкульский	К	[30]	Разведано
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Цветные металлы					
<i>Медь</i>					
III-1	1	Биргильдинское	К	[28, 31]	Разведано
III-1	27	Томинское II	К	[28, 31]	Разведывается

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К – коренное, Р – россыпное)	Номер по списку литературы	Примечание, состояние эксплуатации
Благородные металлы					
<i>Золото</i>					
I-2	2	Шигаевская	Р	[58]	Непромышленная
I-2	9	Шершневское	К	[42, 89]	Выработано до уровня грунтовых вод
I-2	10	Базарного лога	Р	[58]	Выработано
I-2	11	Косой пласт	Р	[58]	Выработано
I-2	12	Россыпь №9	Р	[58]	Выработано
I-2	13	Ивановский прииск	Р	[58]	Выработано
II-1	5	Южно-Челябинское	К	[35, 58]	Выработано
II-1	10	Первухинский разрез	Р	[35, 58]	Выработано
II-1	11	Восточный пласт	Р	[35, 58]	Выработано
II-2	2	Прииск Разговорный	Р	[58]	Выработано
II-2	25	Участок Ивановской жилы	Р	[35, 58]	Выработано
III-2	1	Романовское	К	[35, 58]	Выработано
III-2	4	Участок Первухинской жилы	Р	[35, 58]	Выработано
IV-1	3	Березняковское	К	[40]	Разведывается
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Химическое сырье					
<i>Известняк флюсовый</i>					
IV-1	9	Таяндинское	К	[74]	Разведано
Керамическое и огнеупорное сырье					
<i>Кварц</i>					
II-1	4	Полетаевское	К	[74]	Законсервировано
Строительные материалы					
<i>Магматические породы</i>					
<i>Кислые интрузивные породы (гранит)</i>					
I-1	6	Кременкульское	К	[26]	Эксплуатируется
I-2	3	Есаульское	К	[74]	Разведано
I-2	4	Западно-Челябинское	К	[74]	Разведано
I-2	5	Каштакское	К	[74]	Законсервировано
I-2	6	Казанцевское	К	[26]	Эксплуатируется
I-2	7	Першинское-II	К	[74]	Выработано
II-1	2	Полетаевское	К	[34]	Разведано
II-2	3	Шершневское-II	К	[74]	Законсервировано
II-2	5	Уфимские каменные карьеры	К	[73]	Законсервировано
II-2	6	Шершневское-I	К	[74]	Законсервировано
II-2	12	Старо-Смолинское	К	[26]	Эксплуатируется
II-2	22	Синеглазовское	К	[74]	Законсервировано
<i>Средние интрузивные породы (диорит)</i>					
I-2	8	Першинское-I	К	[74]	Законсервировано
II-2	9	Митрофановское	К	[26]	Эксплуатируется
II-2	13	Ново-Смолинское	К	[26]	Эксплуатируется
III-2	7	Дубровское	К	[34]	Разведано
<i>Основные интрузивные породы (порфирит)</i>					
III-2	10	Тимофеевское (III участок)	К	[74]	Разведано
III-2	12	Тимофеевское (северное)	К	[26]	Эксплуатируется
III-2	16	Тимофеевское	К	[26]	Эксплуатируется
III-2	24	Тимофеевское (каменно-балластный карьер)	К	[26]	Эксплуатируется
IV-1	8	Ключевское	К	[26]	Эксплуатируется
<i>Метаморфические породы</i>					
<i>Гнейсы, кварцито-песчаники</i>					
I-4	2	Мирное	К	[27]	Эксплуатируется
<i>Карбонатные породы</i>					
<i>Известняк</i>					
I-3	4	Федоровское	К	[26]	Эксплуатируется
II-2	8	Смолинское	К	[73]	Разведано
II-2	21	Смолино-Синеглазовское	К	[73]	Разведано
II-2	23	Синеглазовское	К	[74]	Законсервировано
II-2	27	Ухановское	К	[26]	Эксплуатируется
II-2	28	Синеглазовское-I	К	[21]	Выработано
II-2	29	Синеглазовское (южное)	К	[74]	Законсервировано

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К – коренное, Р – россыпное)	Номер по списку литературы	Примечание, состояние эксплуатации
III-1	37	Шеинское (Шумаковский участок)	К	[74]	Законсервировано
III-1	38	Шеинское (Северный участок)	К	[74]	Законсервировано
III-1	39	Шеинское	К	[26]	Эксплуатируется
III-2	2	Синеглазовское-II	К	[26]	Эксплуатируется
IV-1	10	Ключевское	К	[26]	Законсервировано

Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте дочетвертичных образований листа N-41-VIII 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
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Благородные металлы					
<i>Золото</i>					
II-2	25	Участок Ивановской жилы	Р	[35, 58]	Выработано
III-2	4	Участок Первухинской жилы	Р	[35, 58]	Выработано
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Керамическое и огнеупорное сырье					
<i>Полевой шпат</i>					
I-1	11	Кременкульское	К	[74]	Разведано
<i>Каолин</i>					
I-2	14	Першинское	К	[73]	Разведано
I-2	15	Заварухинское	К	[74]	Законсервировано
II-1	20	Полетаевское	К	[74]	Разведано
III-2	42	Саксанское-I	К	[74]	Разведано
III-2	45	Саксанское-II	К	[74]	Разведано
<i>Глины огнеупорные</i>					
II-2	33	Смолино-Синеглазовское	К	[73]	Выработано
III-2	28	Вознесенское(участок №1)	К	[74]	Разведано
III-2	29	Вознесенское	К	[74]	Выработано
III-2	32	Синеглазовское	К	[74]	Выработано
III-2	35	Новосинеглазовское	К	[74]	Выработано
III-2	38	Тимофеевское	К	[74]	Выработано
<i>Глины керамические</i>					
I-3	25	Кругловское	К	[74]	Разведано
Строительные материалы					
<i>Глинистые породы</i>					
<i>Глины кирпичные</i>					
I-2	19	Казанцевское	К	[26]	Эксплуатируется
I-2	18	Кирзаводское	К	[74]	Законсервировано
I-3	24	Северо-Круглянское	К	[26]	Эксплуатируется
I-3	26	Круглянское	К	[26]	Разведано
I-3	32	Поле шахты №16	К	[26]	Разведано
II-1	17	Мальшевское	К	[74]	Эксплуатируется
II-2	31	Сухомесовское	К	[74]	Разведано
II-3	10	Копейское (северное)	К	[26]	Разведано
II-3	13	Копейское	К	[74]	Выработано
II-3	15	Глубокое	К	[26]	Разведано
III-1	55	Коркинское	К	[26]	Эксплуатируется
III-2	40	Тимофеевское	К	[26]	Эксплуатируется
<i>Диатомит</i>					
I-3	31	Потанинское	К	[26]	Эксплуатируется
<i>Глины для цементного производства</i>					
III-1	50	Томинское	К	[74]	Разведано
III-1	56	Шеинское	К	[26]	Эксплуатируется
Обломочные породы					
<i>Щебень</i>					
II-2	30	Шершнеvское	К	[73]	Законсервировано
<i>Песок строительный</i>					
I-1	12	Кременкульское-II	К	[26]	Разведано
I-2	16	Керамического завода	К	[74]	Разведано
I-3	23	Худяковское	К	[67]	Разведано
I-3	27	Круглянское	К	[26]	Разведано
I-3	28	Чуриловское	К	[74]	Выработано
I-3	29	Петровское	К	[74]	Законсервировано
I-3	30	Озерное	К	[74]	Законсервировано

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К – коренное, Р – россыпное)	Номер по списку литературы	Примечание, состояние эксплуатации
I-4	4	Северный карьер	К	[74]	Разведано
I-4	5	Участок 2140 км	К	[86]	Разведано
II-2	32	Смолино-Синеглазовское	К	[74]	Выработано
II-3	12	Помолокское	К	[73]	Разведано
II-3	14	Поле шахты №47	К	[74]	Законсервировано
III-2	30	Синеглазовское	К	[74]	Законсервировано
III-2	33	Вознесенское	К	[26]	Эксплуатируется
III-2	36	Дубровское	К	[74]	Законсервировано
III-2	39	Коркинское	К	[74]	Законсервировано
III-2	41	Северо-Бектышское	К	[74]	Законсервировано
III-3	1	Калачевское	К	[74]	Разведано
IV-2	16	Александровское	К	[74]	Разведано
Прочие ископаемые					
<i>Маршаллит</i>					
III-1	52	Тугундинское	К	[74]	Разведано
<i>Песок формовочный</i>					
I-1	13	Заварухинское	К	[74]	Законсервировано
I-1	14	Кременкульское	К	[74]	Разведано
I-2	17	Гридинское	К	[74]	Разведано
II-3	11	Фатеевское	К	[74]	Законсервировано
III-2	44	Саксанское	К	[74]	Разведано
IV-2	15	Еманжелинское	К	[74]	Законсервировано
IV-2	17	Нехорошевское	К	[80]	Разведано
<i>Песок стекольный</i>					
II-4	1	Ивановское	К	[66]	Разведано
II-4	2	Васильевское	К	[66]	Разведано
III-2	43	Ерофеевское	К	[66]	Разведано

Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных образований листа N-41-VIII 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
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Благородные металлы					
<i>Золото</i>					
I-2	2	Шигаевская	Р	[58]	Непромышленная
I-2	10	Базарного лога	Р	[58]	Выработано
I-2	11	Косой пласт	Р	[58]	Выработано
I-2	12	Россыпь №9	Р	[58]	Выработано
I-2	13	Ивановский прииск	Р	[58]	Выработано
II-1	10	Первухинский разрез	Р	[35, 58]	Выработано
II-1	11	Восточный пласт	Р	[35, 58]	Выработано
II-2	2	Прииск Разговорный	Р	[58]	Выработано
II-2	25	Участок Ивановский жилы	Р	[35, 58]	Выработано
III-2	4	Участок Первухинской жилы	Р	[35, 58]	Выработано
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Строительные материалы					
<i>Глинистые породы</i>					
<i>Глины кирпичные</i>					
I-1	15	Есаульское	К	[26]	Законсервировано
I-2	20	Долгодеревенское	К	[74]	Разведано
I-2	21	Мельничный тупик	К	[26]	Эксплуатируется
I-2	22	Васильевское	К	[74]	Законсервировано
I-2	23	Бабушкинское	К	[74]	Законсервировано
I-4	6	Миасское-I	К	[74]	Законсервировано
II-1	24	Полетаевское	К	[74]	Разведано
III-2	46	Калачевское (Западно-Калачевское)	К	[74]	Разведано
III-3	2	«Свиное болото»	К	[74]	Разведано
III-3	3	Еткульское	К	[74]	Законсервировано
IV-2	18	Восточно-Батуриновское	К	[26]	Эксплуатируется
IV-2	19	Еманжелинское (Пионерский участок)	К	[26]	Разведано
IV-2	20	Еманжелинское	К	[74]	Выработано
<i>Обломочные породы</i>					
<i>Песок строительный</i>					
I-3	33	Федоровское	К	[74]	Выработано
I-3	34	Сычевское	К	[26]	Эксплуатируется
I-3	35	Сычевское(Черкасовский участок)	К	[26]	Разведано

Список проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых и вторичных геохимических ореолов (ВГХО), показанных на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации (до-среднеюрские образования) масштаба 1 : 200 000

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации и ореола	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Нефть и газ				
<i>Нефть</i>				
I-3	8	Скважины №2001, 2007	[43]	П. В трещинах и кавернах окремненных пород примазки битума и капли нефти
I-4	3	Скважины №2516	[43]	П. По трещинам в туфах, брекчиях и кремнистых породах примазки окисленной нефти
IV-2	4	Скважины №к-2	[56]	П. Песчаники и конгломераты триаса, обильно пропитанные нефтью
Твердые горючие ископаемые				
<i>Уголь бурый</i>				
III-4	1	Назаровское	[23]	П. Пласты угля в терригенных отложениях триаса
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Черные металлы				
<i>Железо</i>				
III-1	11	Томинский	[61]	ПМ. Гематит- и магнетитсодержащие туффи-ты саргазинской толщи
Цветные металлы				
<i>Медь</i>				
I-3	1	№1	[84]	П. Медная зелень в прослое алевролитов
I-3	2	№2	[84]	П. В гематитизированных диоритах по трещинам медная зелень
II-1	15	Северо-Биргильдинское	[31]	П. Прожилково-вкрапленная минерализация сульфидов в диоритах и, вмещающих их, вулканитах
III-1	15	Южно-Биргильдинское	[28, 31]	П. Прожилково-вкрапленная минерализация сульфидов в диоритах и, вмещающих их, вулканитах
III-1	16	Томинское-I	[31, 35]	П. Прожилково-вкрапленная минерализация сульфидов в диоритах и, вмещающих их, вулканитах
III-1	19	Западно-Биксизакское	[40]	П. Гнезда, прожилки и вкрапленность халькопирита в известняках
III-1	22	Скважины №11	[40]	П. Прожилково-вкрапленная минерализация сульфидов в диоритах и, вмещающих их, вулканитах
III-1	30	Тугундинское	[31]	П. Медная зелень в песчаниках и туфопесчаниках
III-1	31	Мичуринское	[32]	П. Прожилково-вкрапленная минерализация сульфидов в диоритах и, вмещающих их, вулканитах
III-1	33	г. Круглой	[28]	П. Прожилково-вкрапленная минерализация сульфидов в диоритах и, вмещающих их, вулканитах
III-2	17	Каменское	[61]	П. Вкрапленность сульфидов в диоритах и, вмещающих их, вулканитах
III-2	20	Калиновское	[28, 31]	П. Вкрапленность сульфидов в диоритах и, вмещающих их, вулканитах
<i>Цинк, свинец</i>				
III-1	17	Восточное	[35]	П. Повышенные содержания цинка в ожелезненных породах на контакте диоритов и туфов
III-1	20	Биксизакское	[40]	П. Сульфидная минерализация в карбонатных отложениях биксизакской толщи

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации и ореола	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
III-1	28	Мичуринский 1	[40]	ВГХО. Повышенные содержания цинка в коре выветривания диоритов и туфов среднего состава
III-1	29	Мичуринский 2	[40]	ВГХО. Повышенные содержания цинка в коре выветривания диоритов и туфов среднего состава
III-1	32	г. Круглой	[28]	ПМ. Вкрапленность пирита и сфалерита в окварцованных диоритах
III-1	34	Мичуринский 3	[40]	ВГХО. Повышенные содержания цинка в коре выветривания диоритов, порфириров и туфов среднего состава
III-1	35	Мичуринский 4	[40]	ВГХО. Повышенные содержания цинка в коре выветривания диоритов, порфириров и туфов среднего состава
III-1	36	Мичуринский 5	[40]	ВГХО. Повышенные содержания цинка в коре выветривания диоритов, порфириров и туфов среднего состава
III-1	40	Мичуринский 6	[40]	ВГХО. Повышенные содержания цинка в коре выветривания диоритов, порфириров и туфов среднего состава
III-1	42	Депутатское	[28]	П. Вкрапленность сфалерита и галенита в ксенотуфах березняковской толщи
IV-1	1	Северотаяндинский	[40]	ВГХО. Повышенные содержания цинка в коре выветривания диоритов, порфириров и туфов среднего состава
IV-1	4	Западно-Березняковский	[40]	ВГХО. Повышенные содержания цинка в коре выветривания диоритов, порфириров и туфов среднего состава
<i>Никель</i>				
I-1	1	Медиаковский	[20]	ВГХО. Повышенные содержания никеля и кобальта в коре выветривания серпентинитов
<i>Молибден</i>				
I-1	4	Кременкульский	-	ВГХО. Повышенные содержания молибдена в коре выветривания гранитов
I-1	5	Кременкульское	[63]	П. В окварцованных и грейзенизированных гранитах вкрапленность молибденита
<i>Вольфрам</i>				
I-1	3	Кременкульский	-	ВГХО. В коре выветривания гранитов повышенное содержание вольфрама
Редкие металлы, рассеянные и редкоземельные элементы				
<i>Бериллий</i>				
II-2	26	Канавы №49	[55]	ПМ. Кристаллики берилла в дайке пегматоидного гранита
<i>Редкие земли</i>				
III-2	5	Вознесенский 1	[28]	ВГХО. В корях выветривания гранитоидов повышенные содержания иттрия и иттербия
III-2	6	Вознесенский 2	[28]	ВГХО. В корях выветривания гранитоидов повышенные содержания иттрия и иттербия
III-2	8	Вознесенский 3	[28]	ВГХО. В зоне экзоконтакта гранитоидов в коре выветривания базальтов повышенные содержания иттрия и иттербия
Благородные металлы				
<i>Золото</i>				
I-2	1	Долгодеревенское	[54]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-1	1	Успенское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-1	3	Владимирское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-1	6	Северо-Полетаевское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-1	7	Мариинское	[79]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-1	8	Никольское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-1	9	Чкаловское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации и ореола	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
II-1	12	Еленинское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-1	13	Александровское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-1	14	Ивановский прииск	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-1	16	Полетаево-Троицкое	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	4	Юрьевское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	7	Шершневецкое	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	10	Удачное	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	11	Вознесенское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	14	Митрофановское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	15	Часовинковское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	16	Василие-Сергиевское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	17	Анна-Ивановское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	18	Седовское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	19	Михайловское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
II-2	20	Мошковское	[58]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
III-1	2	Пригожий прииск	[79]	П. В кварцевой жиле промышленные содержания золота
III-1	3	т.н. №312	[35]	П. Повышенное содержание золота в орого- вкованных минерализованных базальтовых порфиритах
III-1	4	Прииск Куяш	[79]	П. В кварцевой жиле промышленное содержание золота
III-1	5	т.н. №2619	[69]	П. Развал глыб кварца с видимым золотом
III-1	6	Новотроицкое-II	[35, 58]	П. Повышенное содержание золота в измененных минерализованных диоритах
III-1	7	Новотроицкое	[58]	П. Повышенное содержание золота в кварцевых жилах
III-1	8	Канавы №100	[70]	П. Повышенное содержание золота в кварцевых жилах
III-1	9	Скважины №1	[40]	П. Повышенное содержание золота в окремненных и минерализованных известняках
III-1	10	Канавы №119	[70]	П. В кварцевых жилах повышенное содержание золота
III-1	12	Николае-Святительское	[35, 58]	П. В кварцевых жилах повышенное содержание золота
III-1	13	Шурфа №8	[58, 70]	П. В кварцевых жилах повышенное содержание золота
III-1	14	Канавы №30	[70]	П. В кварцевых жилах повышенное содержание золота
III-1	18	Скважины №П-501	[40]	П. Повышенное содержание золота в минерализованных метасоматитах
III-1	21	Мичуринское	[58]	П. В кварцевых жилах промышленное содержание золота
III-1	23	Обнажения №103	[64]	П. Повышенное содержание золота в обломках ожелезненного кварцевого порфира
III-1	24	Западно-Мичуринское	[35, 58]	П. Повышенное содержание золота в кварцевых жилах
III-1	25	Скважины №Е-407	[28]	П. Повышенное содержание золота в минерализованных диоритах

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации и ореола	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
III-1	26	Обнажения №674-3	[40]	П. Развал глыб обохренного кварца с повышенным содержанием золота
III-1	41	Скважины №КГ-1700	[40]	П. Повышенное содержание золота в коре выветривания андезитовых порфириров и диоритов
III-1	43	Скважины №Е-261	[28]	П. Повышенное содержание золота в коре выветривания андезитовых порфириров и диоритов
III-1	44	Скважины №КГ-1724	[40]	П. Повышенное содержание золота в коре выветривания андезитовых порфириров и диоритов
III-1	45	Скважины №КГ-1642	[40]	П. Повышенное содержание золота в коре выветривания андезитовых порфириров и диоритов
III-2	21	Калиновское	[28]	П. Повышенное содержание золота в выщелоченных серицит-кварцевых метасоматитах
IV-1	2	Северотаяндинское	[40]	П. Повышенное содержание золота в коре выветривания кварцевых диоритов
IV-1	6	Южно-Березняковское	[40]	П. Повышенное содержание золота в минерализованных диоритах
<i>Платина</i>				
II-2	24	Синеглазовский	[40]	ПМ. Повышенные содержания платиноидов в серпентинизированных пироксенитах
Радиоактивные элементы				
<i>Уран</i>				
I-1	7	Кременкульский	[63]	ПМ. Примазки урановой черни в зонах трещиноватости в гранитах
I-2	6	Казанцевский	[29]	ПМ. Повышенные содержания урана в зоне контакта гранитов и диоритов
I-3	9	Козыревское	[49]	П. Повышенные содержания урана в угленосных отложениях триаса
I-3	12	Коноваловское	[49]	П. Повышенные содержания урана в угленосных отложениях триаса
I-3	13	Восточно-Козыревское	[49]	П. Повышенные содержания урана в угленосных отложениях триаса
I-3	14	Южно-Коноваловский	[49]	ПМ. Повышенные содержания урана в угленосных отложениях триаса
I-3	17	Приозерное	[49]	П. Повышенные содержания урана в угленосных отложениях триаса
I-3	18	Скважины №1610	[49]	ПМ. Повышенные содержания урана в угленосных отложениях триаса
I-3	19	Северо-Копейский	[49]	ПМ. Повышенные содержания урана в угленосных отложениях триаса
I-3	21	Скважины №1842	[49]	ПМ. Повышенные содержания урана в угленосных отложениях триаса
I-4	1	Восточно-Сугоякский	[49]	ПМ. Повышенные содержания урана в угленосных отложениях триаса
II-2	1	Дачный	[29]	ПМ. Прожилки и гнезда настурана в зонах трещиноватости в гранитах
II-2	8	Смолинский	[29]	ПМ. Повышенные содержания урана в брекчированных битуминозных известняках
II-3	1	Копейское	[49]	П. Повышенное содержание урана в углях коркинской свиты
III-2	2	Вознесенский	[29]	ПМ. Повышенные содержания урана в брекчированных углистых известняках
IV-1	5	Южно-Березняковский	[40]	ПМ. Повышенные содержания урана в дайках дацитов и риодацитов
IV-1	7	Таяндинский	[91]	ПМ. Повышенные содержания урана в зоне контакта андезитовых порфириров и гранит-порфириров
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Горнотехническое сырье				
<i>Асбест</i>				
I-1	2	Медиакское	-	П. Жилы асбеста в серпентинитах

Список проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых и вторичных геохимических ореолов (ВГХО), показанных на карте дочетвертичных образований листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации и ореола	Номер по списку литературы	Вид объекта, краткая характеристика
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Цветные металлы				
<i>Никель</i>				
I-1	8	Медиажское	[55]	П. В нонтронитовой коре выветривания серпентинитов повышенные содержания никеля
<i>Алюминий</i>				
III-4	3	Скважины №276	[13]	П. Прослойки каменистых и глинистых бокситов в отложениях синарской свиты
IV-4	1	Лебедевское	[60]	П. Прослойки каменистых и глинистых бокситов в отложениях синарской свиты
Редкие металлы, рассеянные и редкоземельные элементы				
<i>Редкие земли</i>				
III-2	31	Вознесенский-II	[28]	ПМ. Повышенные содержания иттрия и иттербия в коре выветривания гранитоидов и базальтов
III-2	34	Вознесенский-I	[28]	ПМ. Повышенные содержания иттрия и иттербия в коре выветривания гранитоидов
Радиоактивные элементы				
<i>Уран</i>				
I-1	9	Есаульский	[29]	ПМ. Повышенные содержания урана в коре выветривания гранитов
I-1	10	Заварухинский	[29]	ПМ. Повышенные содержания урана в коре выветривания гранитов
II-1	19	Восточно-Полетаевский	[40]	ПМ. Повышенное содержание урана в коре выветривания диоритов
III-4	2	Белоярский	[49]	ПМ. Повышенные содержания урана в фосфатном цементе песчаников и фосфатизированных органических остатках
IV-1	11	Клубничный	[91]	ПМ. Повышенное содержание урана в коре выветривания окварцованных андезитовых порфиритов
IV-1	12	Березняковский	[40]	ПМ. Повышенное содержание урана в глинистых отложениях куртамышской свиты
IV-1	13	Таяндинский-II	[91]	ПМ. Повышенное содержание урана в лигнитовых песчаных глинах мысовской свиты
IV-1	14	Южно-Таяндинский	[40]	ПМ. Повышенное содержание урана в лигнитовых песчаных глинах мысовской свиты
IV-1	15	Скутинский	[91]	ПМ. Повышенное содержание урана в песчано-глинистых меловых отложениях
IV-1	16	Никольский	[40]	ПМ. Повышенное содержание урана в темно-серых глинах куртамышской свиты
IV-1	17	Сухарышский	[40]	ПМ. Повышенное содержание урана в темно-бурых глинах алапаевской толщи
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Керамическое и огнеупорное сырье				
<i>Каолин</i>				
III-1	53	Скважины №КГ-54	[40]	П. Каолиновая кора выветривания
Прочие полезные ископаемые				
<i>Минеральные краски</i>				
II-1	18	Восточно-Полетаевское	[40]	П. Охристая глинистая кора выветривания диоритов

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации и ореола	Номер по списку литературы	Вид объекта, краткая характеристика
II-1	21	Настасьинское	[40]	П. Охристая глинистая кора выветривания основных пород
III-1	46	Новотроицкое	[40]	П. Охристая глинистая кора выветривания основных пород
III-1	47	Скважины №625	[40]	П. Обохренная глинистая кора выветривания алевролитов
III-1	48	Майское	[40]	П. Охристая глинистая кора выветривания базальтов
III-1	49	Архангельское	[74]	П. Охристая глинистая кора выветривания базальтов
III-1	51	Калиновское	[40]	П. Глинистая обохренная кора выветривания диоритов
III-1	54	Тугундинское	[40]	П. Обохренная кора выветривания осадочных пород
III-2	37	Дубровское	[40]	П. Обохренная глинистая кора выветривания диоритов

Список проявлений (П) и пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных образований листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления и пункта минерализации	Номер по списку литературы	Тип объекта, краткая характеристика
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Радиоактивные элементы				
<i>Уран</i>				
П-1	22	Полетаевский	[29]	ПМ. Повышенное содержание урана в илистых отложениях долины р. Миасс
П-1	23	Аэроаномалии №29/75	[29]	ПМ. Повышенное содержание урана в илистых болотных отложениях
СОЛИ				
Соли натриевые				
П-4	3	Кулатское	[12]	П. Рапа соленого озера Солёный Кулат

Список прогнозируемых объектов полезных ископаемых на схеме прогноза полезных ископаемых

Полезное ископаемое	Индекс объекта	Название рудных полей	Ед. изм.	Запасы	Прогнозные ресурсы			
				C ₂	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁ +P ₂ +P ₃
Кочкарско-Айдырлинская минерагеническая зона								
<i>Челябинский рудный узел</i>								
Молибден	1.0.1.2	Кременкульское	тыс. т				119	119
Золото	1.0.1.1	Шершневское	т				10	10
<i>Биргильдинско-Томинский рудный узел</i>								
Медь	1.0.2.2	Биргильдинское	тыс. т	150	40	2020		2060
	1.0.2.5	Томинское	тыс. т		1430	500	1040	2920
	1.0.2.4	Мичуринское	тыс. т			50		50
Полиметаллы (цинк)	1.0.2.4	Мичуринское	тыс. т			1000	1000	2000
	1.0.2.6	Березняковское	тыс. т				1760	1760
	1.0.2.7	Архангельско-Северотаяндинское	тыс. т				750	750
	1.0.2.8	Таяндинское	тыс. т				1500	1500
Редкие земли	1.0.2.3	Вознесенское	тыс. т				38	38
Золото	1.0.2.1	Южно-Челябинское	т				15	15
	1.0.2.6	Березняковское	т	18,7	30	0,6	76	106,6
	1.0.2.5	Томинское	т				20	20
	1.0.2.7	Архангельско-Северотаяндинское	т			15,4		15,4
Алмазы		Первомайская площадь	тыс. карат				1800	1800

Сводная таблица прогнозных ресурсов полезных ископаемых

№ п/п	Вид полезного ископаемого	Ед. изм.	Запасы	Прогнозные ресурсы			
			C_2	P_1	P_2	P_3	$P_1+P_2+P_3$
1	Медь	тыс. т	150	1470	2570	1040	5030
2	Полиметаллы (цинк)	тыс. т			1000	5010	6010
3	Молибден	тыс. т				119	119
4	Редкие земли	тыс. т				38	38
5	Золото	т	18,7	30	16	121	147
6	Алмазы	тыс. карат				1800	1800

Список опорных обнажений, буровых скважин, показанных на геологической карте досреднеюрских образований

№ по карте	Характеристика объекта	№ источника по списку литературы, авторский № объекта
1	Опорный разрез миасской толщи нижнего карбона	ГДП-200, обн. 1503-1510
2	Опорный разрез ильиновского метаморфического комплекса нижнего протерозоя	ГДП-200, обн. 1518
3	Опорное обнажение харлушинской толщи	ГДП-200, обн. 1544
4	Скважина, 50 м, разрез городской толщи	ГДП-200, скв. МТ-55356
5	Скважина, 2002 м, вскрывает разрез триасовых отложений и разрез ильиновского комплекса нижнего протерозоя	[43], скв. 1р
6	Скважина, 83,4 м, вскрывает контакт гранитов Полетаевского массива с образованиями саргазинской толщи	[40], скв. 41
7	Скважина, 1216,3 м, перебурирует разрез саргазинской толщи и вскрывает образования поповской толщи	[40], скв. 67
8	Скважина, 354 м, вскрывает разрез березняковской и еманжелинской толщ	[40], скв. 26
9	Скважина, 460 м, вскрывает разрез березняковской толщи и разрез саргазинской толщи	[40], скв. 10
10	Скважина, 400,6 м, перебурирует разрез березняковской толщи и вскрывает образования саргазинской толщи	[40], скв. 5
11	Скважина, 289 м, перебурирует разрез федоровской толщи и вскрывает разрез дубровской толщи	[Зимин А.В., 1992], скв. У-759
12	Скважина, 700 м, вскрывает разрез саксанской толщи	[61], скв. ПТ-513
13	Скважина, 735 м, перебурирует отложения потаповской толщи нижнего карбона и вскрывает разрез каясанской толщи рифея	[60], скв. ПТ-2
14	Скважина, 548,8 м, перебурирует разрез первомайской толщи и вскрывает отложения березняковской толщи	[40], скв. 66
15	Скважина, 501 м, вскрывает разрез березняковской толщи	[40], скв. 50
16	Скважина, 261,7 м, вскрывает разрез тугундинской толщи и таяндинской толщи нижнего карбона	[40], скв. 55
17	Скважина, 300,2 м, вскрывает разрез еманжелинской толщи и клубничной толщи	[40], скв. 83
18	Скважина, 798,7 м, перебурирует разрез бичурской свиты и вскрывает разрез леснинской толщи	[60], скв. ПТ-7

Список буровых скважин, показанных на геологической карте четвертичных образований

№ по карте	Характеристика объекта	Авторский № объекта
1	Скважина, вскрывает делювий североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0117
2	Скважина, вскрывает делювий североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0115
3	Скважина, вскрывает делювий североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0113
4	Скважина, вскрывает делювий североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0111
5	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0139
6	Скважина, вскрывает озерные и биогенные образования горбуновского горизонта	ГДП-200, скв. 0140
7	Скважина, вскрывает озерные и биогенные образования горбуновского горизонта	ГДП-200, скв. 0141
8	Скважина, вскрывает озерные отложения уйско-убоганской свиты	ГДП-200, скв. 0144
9	Скважина, вскрывает озерные отложения уйско-убоганской свиты	ГДП-200, скв. 0146
10	Скважина, вскрывает озерные отложения уйско-убоганской свиты	ГДП-200, скв. 0147
11	Скважина, вскрывает озерные отложения уйско-убоганской свиты	ГДП-200, скв. 0148
12	Скважина, вскрывает озерные отложения уйско-убоганской свиты	ГДП-200, скв. 0149
13	Скважина, вскрывает озерные отложения уйско-убоганской свиты	ГДП-200, скв. 0150
14	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0151
15	Скважина, вскрывает элювиально-делювиальные образования среднего-верхнего неоплейстоцена	40, скв. 176
16	Скважина, вскрывает аллювий горбуновского горизонта	40, скв. 181
17	Скважина, вскрывает делювий полярноуральского горизонта	40, скв. 185
18	Скважина, вскрывает делювий североуральского надгоризонта	40, скв. 190
19	Скважина, вскрывает делювий североуральского надгоризонта	40, скв. 200
20	Скважина, вскрывает аллювий камышловской и режевской террас нерасчлененных	40, скв. 259
21	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0163
22	Скважина, вскрывает озерные и биогенные образования горбуновского горизонта	ГДП-200, скв. 0164
23	Скважина, вскрывает озерные и биогенные образования горбуновского горизонта	ГДП-200, скв. 0166
24	Скважина, вскрывает озерно-аллювиальные отложения уйско-убоганской свиты	ГДП-200, скв. 0167
25	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0168
26	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0162
27	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0161
28	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0160
29	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0159
30	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0158
31	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0157
32	Скважина, вскрывает элювий среднего-верхнего неоплейстоцена	ГДП-200, скв. 0156
33	Скважина, вскрывает озерные отложения уйско-убоганской свиты	ГДП-200, скв. 0155
34	Скважина, вскрывает полигенетические образования североуральского надгоризонта	ГДП-200, скв. 0153

Список пунктов, для которых имеются определения возраста пород и минералов

№ по карте	Наименование геологического подразделения	Метод определения	Возраст, млн лет	№ источника по списку литературы, авторский № пункта
1	Диоритогнейсы калишпатизированные смолинского комплекса	калий-аргоновый	415	[53], скв. ГГ, без указания глубины
2	Гранодиориты полетаевского комплекса	калий-аргоновый	283	[53], обн. 65
3	Гнейсы ильиновского комплекса (по цирконам)	уран-свинцовый	2054	ГДП-200, обн. 12, 1518
4	Гранит лейкократовый кременкульского комплекса (по мусковиту)	калий-аргоновый	299	[40], обн. 4е-5
5	Мусковит-полевошпатовый метасоматит в гранитах кременкульского комплекса (по мусковиту)	калий-аргоновый	269	[40], обн. 4-51
6	Гнейсы городской толщи (по цирконам)	уран-свинцовый	1928	[5], скв. Мт-55356, Мт-55359
7	Граниты аплитовидные кременкульского комплекса в гранодиоритах полетаевского комплекса (по мусковиту)	калий-аргоновый	269	ГДП-200, 4-119
8	Диоритогнейсы смолинского комплекса (по амфиболу)	калий-аргоновый	361	[40], скв. КГ-206, гл. 35 м
9	Диоритогнейсы смолинского комплекса (по амфиболу)	калий-аргоновый	370	[40], обн. По-39
10	Граниты ольховского комплекса катаклазированные	рубидий-стронциевый	268	[40], обн. ССК-1
11	Диоритогнейсы смолинского комплекса (по амфиболу)	калий-аргоновый	404	[40], скв. КГ-256, гл. 15-19 м
12	Базальты бичурской свиты	калий-аргоновый	225	[37], скв. 1-Р, гл. 2002 м
13	Диоритогнейсы смолинского комплекса (по амфиболу)	калий-аргоновый	333	[40], скв. КГ-222, гл. 15 м
14	Остаток вмещающих пород в диоритогнейсах смолинского комплекса (по амфиболу)	калий-аргоновый	610	[40], КГ-258, гл. 16 м
15	Пироксениты синеглазовского комплекса	рубидий-стронциевый	500-550	[40], скв. 69
16	Граниты биотитовые порфировидные полетаевского комплекса (по биотиту)	калий-аргоновый	307	[40], скв. Г-2
17	Граниты биотитовые порфировидные полетаевского комплекса (по плагиоклазу и породе)	рубидий-стронциевый	308	[40], скв. 41, гл. 77,1 м
18	Диориты амфиболовые вознесенского комплекса (по амфиболу)	калий-аргоновый	469	[40], скв. П-551, гл. 57 м
19	Диоритовые порфириты биргильдинско-томинского комплекса (по амфиболу и породе)	рубидий-стронциевый	341	[40], скв. 28, гл. 39 м
20	Диориты биргильдинско-томинского комплекса	калий-аргоновый	353	[40], скв. 17-А-407, гл. 162,8 м
21	Диориты биргильдинско-томинского комплекса	калий-аргоновый	336	[40], скв. 17-А-401, гл. 100 м
22	Диориты амфиболовые вознесенского комплекса (по амфиболу)	калий-аргоновый	458	[40], скв. П-551, гл. 63 м
23	Лампроит (по флогопиту)	калий-аргоновый	262	[40], обн. 1996-Б, гл. 55 м
24	Базальты бичурской свиты	калий-аргоновый	250	[60], скв. 7, гл. 500 м
25	Гранит-порфиры кременкульского комплекса	калий-аргоновый	297	скв. 252

Средний химический состав (в %) и средние содержания малых и редкоземельных элементов (в г/т) в метаморфических породах Челябинской площади

Оксиды	1 (12)	2 (13)	3 (12)	4 (4)	5 (4)	6 (6)	7 (4)	8 (20)	9 (3)
SiO ₂	55,73	69,35	59,34	62,21	63,36	68,47	59,08	58,94	48,02
TiO ₂	0,69	0,38	0,77	0,44	0,72	0,61	1,20	1,05	0,59
Al ₂ O ₃	15,32	13,59	16,46	16,03	16,87	14,44	18,09	17,72	11,02
Fe ₂ O ₃	3,52	2,44	1,63	0,95	1,30	1,87	3,83	5,72	1,05
FeO	5,80	3,31	4,37	2,00	4,68	2,66	4,23	3,40	6,58
MnO	0,16	0,10	0,10	0,06	0,10	0,06	0,14	0,41	0,19
MgO	5,48	1,60	4,16	1,77	2,88	1,82	2,88	3,01	6,51
CaO	6,96	3,82	4,72	3,20	2,17	1,17	1,00	0,94	10,92
Na ₂ O	3,51	3,76	3,86	2,78	2,89	3,34	1,75	2,33	0,08
K ₂ O	0,84	0,66	2,73	4,01	3,25	3,15	2,84	3,10	2,04
P ₂ O ₅	0,223	0,065	0,217	0,175	0,191	0,142	0,163	0,160	0
nnn	0,86	0,60	1,07	5,60	1,65	1,55	4,07	3,51	13,13
сумма	99,06	99,66	99,41	99,72	100,1	99,28	99,27	100,28	99,87
Rb	<3	9	261	155	153	275		166	28
Sr	138	395	205	295	230	450		114	166
Zr	115	13,00	111	130	132,5	170		169	62,30
Cs	0,38	2,55	39,10	8,01	5,52	23,7		4,6	0,69
La	4,24	3,19	58,68	39,10	49,60	84,00		28,6	0,98
Ce	10,70	9,80	102,40	63,60	87,50	153		47,8	2,76
Sm	2,37	3,72	9,43	3,93	6,96	12,8		5,7	1,11
Eu	0,53	1,23	1,29	1,06	1,35	1,38		2,15	0,50
Yb	4,67	7,08	4,70	0,81	3,85	8,8		3,77	1,45
Lu	0,91	1,3	0,77	0,12	0,62	1,43		0,39	0,26
U	1,95	0,40	4,80	6,71	3,05	5,68		5,83	0,56
Th	0,42	0,25	27,10	16,60	13,20	26,7		5,76	0,05
Ta			2,6	3,72	1,63	2,2		1,25	
Hf	1,21	2,38	9,41	4,06	5,14	9,07		10,2	0,64
Pr*	1,54	1,67	10,60	6,0	8,60	15,3			0,47
Dy	5,03	8,46	9,60	2,74	7,35	15,2			1,97
Gd	4,20	7,03	10,73	4,00	8,05	16,1			1,81
Sc	39,70	27,20	14,58	4,85	14,50	28		21,5	38,9
Co	14,70	6,31	10,50	5,93	15,60	23,7		23,7	43,50
Cr	45,45	8,20	44,30	11,00	84,15	150		69,13	415
Ni	775	740	73	150		540			103,3
Se	1,25	1,10	2,46	4,10	2,42	2,9			3,2
Ba	87	260	918	2135	675	555		1056	177
Nd	7,26	9,48	39,30	19,10	31,15	50,4		1,67	2,78

1–2 – харлушинская толща (PR₁?hr): 1 – Q-Fsp-Bi-Amf гнейсы, 2 – Bi-Amf-Q-Fsp гнейсы; 3 – городская толща (PR₁?gr), Bi гнейсы; 4 – дубровская толща (PR₁?db), кристаллосланцы; 5–6 – ильиновский комплекс (PR₁?il): 5 – Bi-Q-Fsp гнейсы, 6 – диафториты; 7–8 – самарская толща (RF₁?sm), филлиты, филлитовидные сланцы; 7 – северная часть площади работ, 8 – западное площади работ; 9 – поповская толща (RF₂?pp): Amf-Ca сланцы, метапесчаники. (12) – число проб.

Нормативный состав метаморфических пород Челябинской площади

Минералы	Харлушинская толща (PR ₁ ?hr)		Городская толща (PR ₁ ?gr)	Дубровская толща (PR ₁ ?db)	Ильиновский комплекс (PR ₁ ?il)		Самарская толща (RF ₁ ?sm)		Поповская толща (RF ₂ ?pp)
	Q-Fsp-Bi-Amf гнейсы (12)	Bi-Amf-Q-Fsp гнейсы (13)	Bi гнейсы (12)	Bi-Q-Fsp кристаллические сланцы (4)	Bi-Q-Fsp гнейсы (4)	Bi диафториты (6)	филлиты, филлитовидные сланцы		Amf-Sa сланцы, метапесчаники (3)
							северная часть пл. работ (4)	западнее пл. работ (20)	
Q	8,53	32,96	11,62	20,64	22,71	31,04	30,73	27,22	8,40
C	0,00	0,00	0,00	1,71	5,10	3,74	10,71	9,21	0,00
Or	4,99	3,90	16,88	23,67	19,23	18,59	16,77	18,32	12,06
Ab	29,71	31,84	31,75	23,55	24,47	28,28	14,83	19,71	0,68
An	23,55	18,24	19,51	14,75	9,54	4,89	3,88	3,62	23,69
Di	7,73	0,23	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,88
Hu	16,80	7,50	14,21	6,69	13,68	6,98	10,06	8,04	14,65
Mt	5,10	3,53	2,10	1,37	1,88	2,71	5,56	8,29	1,52
Il	1,32	0,72	1,39	0,84	1,37	1,16	2,28	1,99	1,12
Ap	0,53	0,15	0,51	0,41	0,45	0,33	0,38	0,38	0,00
Сумма	98,25	99,07	98,02	93,63	98,44	97,74	95,21	96,79	87,00

Нормативный состав базальтов Челябинской площади

Минералы	Самарская толща (RF ₁ ?sm)	Каясанская толща (RF ₁ ?ks)	Леснинская толща (RF ₁ ?ls)	Саргазинская толща (O ₁₋₂ ?sr)			Копейская зона	Бичурская свита (T ₁₋₂ bс)
				Кочкарско-Адамовская зона				
				Северное обрамление Челябинского массива	Южное обрамление Челябинского массива			
				Базальты (6)	Базальты (16)	Базальты (16)		
Q	0,00	0,00	0,00	0,25	5,36	4,44	2,42	6,90
Or	1,49	1,93	2,32	4,83	3,56	1,30	2,07	9,90
Ab	24,92	28,64	20,49	25,37	29,70	26,66	23,69	26,60
An	25,51	22,19	30,60	23,82	29,49	25,90	23,04	22,52
Di	20,77	12,99	18,16	19,74	0,43	10,17	18,66	11,72
Hu	11,23	15,56	5,51	16,23	20,11	22,42	19,26	7,60
Ol	3,37	1,69	7,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mt	6,13	9,65	6,43	5,40	7,79	5,02	6,48	8,59
Il	2,90	3,97	2,97	1,22	1,46	1,27	0,96	3,48
Ap	0,32	0,64	0,43	0,23	0,14	0,17	0,11	0,00
Сумма	96,63	97,25	94,50	97,08	98,02	97,34	96,69	97,31

Фоновые содержания химических элементов в породах Челябинской площади (в 10^{-3} %)

Элементы		1	Ni	Co	Cr	Mn	V	Ti	Sc	Ge	
Кларк по А.П.Виноградову в основных породах		2	14,5	4,8	25	144	27,5	1090	3	0,15	
Кларк по А.П.Виноградову в средних породах		3	2,5	2,4	6	116	15	470	2	0,15	
Кларк по А.П.Виноградову в осадочных породах		4	9,5	2	10	67	13	450	1	0,2	
Кларк по А.П.Виноградову в карбонатных породах		5	0,2	0,01	1,1	40	2	120	0,1	0,02	
Харлушинская толща (PR ₁ ?hr)	Amf-Q-ПШ гнейсы (19)	6	3,8	0,9	12,2	68,4	4,7	213	1,0	0,03	
	Q-ПШ-Bi-Amf гнейсы (19)	7	10,2	2,2	25,4	76,3	11,6	362	1,6	0,12	
Городская толща (PR ₁ ?gr)		8	9,6	1,6	24,3	43,6	10,9	414	0,9	0,08	
Ильиновский комплекс (PR ₁ ?il)		9	5,0	1,1	17,2	48,7	10,0	386	0,6	0,03	
Самарская толща (RF ₁ ?sm)	Филлиты, филлитовидные сланцы (12)	10	8,6	2,2	11,4	67,0	15,9	646	1,2	0,07	
	Филлиты, филлитовидные сланцы (западнее площади работ) (30)	11	5,2	2,0	12,7	120,0	11,0	447	1,0	0,16	
	Базальты (14)	12	16,2	2,9	17,9	107,9	14,3	350	1,1	0,14	
	Базальты (западнее площади работ) (50)	13	5,4	2,4	12,7	111,0	12,3	462	1,0	0,17	
Каясанская толща (RF ₁ ?ks)		14	8,6	1,8	9,8	78,0	12,3	628	1,1	0,07	
Леснинская толща (RF ₁ ?ls)		15	20,4	2,5	53,8	61,0	9,6	553	1,8	0,05	
Саргазинская толща (O ₁₋₂ ?sr)	Кочкарско-Адамовская зона	Ксенотуфы (юж. часть) (30)	16	1,3	1,8	4,1	81,0	9,9	360	0,6	0,10
		Базальты (юж. часть) (319)	17	4,5	3,2	17,0	85,0	10,7	297	0,9	0,10
		Базальты (сев. часть) (19)	18	12,6	2,8	23,0	69,0	15,0	334	1,3	0,10
	Копейская зона	Базальты (31)	19	14,8	3,5	31,6	69,0	15,8	291	1,8	0,16
Биксизакская толща (O ₂ -S ₁ bk)		20	-	0,2	0,6	115,0	0,9	28	-	-	
Первомайская толща (S ₁₋₂ pm)		21	0,3	0,6	1,1	69,0	2,7	64	-	0,06	
Еманжелинская толща (D ₂₋₃ em)		22	4,0	1,5	9,3	27,9	16,6	331	0,6	0,17	
Березняковская толща (D ₃ -C ₁ bz)		23	1,0	1,3	3,9	55,2	10,4	305	0,6	0,10	
Таяндинская толща (C ₁ tn)		24	1,7	1,7	6,4	62,0	11,9	406	-	0,09	
Тугундинская толща (C ₁ tg)	Терригенные породы (50)	25	20,6	3,1	28,6	66,0	11,1	469	-	0,11	
	Известняки (30)	26	0,7	1,3	2,2	66,7	7,4	35	-	0,08	
Миасская толща (C ₁ ms)	Терригенные породы (42)	27	17,7	2,2	33,7	50,0	11,5	361	1,2	0,06	
	Известняки (11)	28	3,6	0,4	2,7	136,0	1,6	40	-	-	
Биргильдинская толща (C ₁ bg)		29	1,0	0,2	2,1	68,0	1,1	52	-	-	
Сагаустинская толща (C ₁ sg)	Терригенные породы (14)	30	29,2	2,7	42,1	45,4	11,1	296	0,9	0,04	
	Известняки (8)	31	2,6	0,2	2,1	51,6	1,9	45	-	-	
Архангельская толща (C ₂ ar)		32	1,2	0,2	2,3	49,4	2,6	65	-	-	
Ухановская толща (C ₂ uh)	Терригенные породы (6)	33	7,1	1,0	25,0	43,3	5,4	308	0,4	-	
	Известняки (17)	34	2,4	0,3	4,3	31,0	1,6	67	-	-	
Бичурская свита (T ₁₋₂ bč)		35	21,6	4,5	32,9	72,7	12,8	447	1,6	0,12	
Козыревская свита (T ₃ kz)		36	8,4	2,0	6,3	76,0	7,8	550	1,2	0,11	
Коркинская свита (T ₃ kr)		37	14,9	2,6	11,2	100,3	9,9	729	1,1	0,06	
Сугоякская свита (J ₁ sg)		38	10,3	2,3	12,0	144,2	14,7	638	1,4	0,02	

1	Cu	Zn	Pb	Ag	As	Sb	Bi	Mo	Ba	Sr	W	Sn	Be	Zr	Ga	Y	Yb	Nb
2	10	11	0,8	0,01	0,2	0,02	0,001	0,14	24	47	0,1	0,15	0,04	12	1,8	2,3	0,23	0,8
3	5,5	7,2	1	0,01	0,2	0,02	0,007	0,11	35	45	0,1	0,12	0,18	11	1,8	2,1	0,22	0,7
4	5,7	8	2	0,01	0,66	0,2	0,001	0,2	80	20	0,2	0,08	0,3	20	3	3	0,40	2
5	0,4	2	0,9	-	0,1	0,02	-	0,04	1	61	0,06	0,05	-	0,2	0,4	3	0,05	0,03
6	5,9	6,1	1,1	-	5	-	-	0,1	21	22	-	0,09	0,11	7,9	1,5	2,5	0,25	-
7	5,8	18,0	1,1	-	4,7	-	-	0,13	30	29	-	0,14	0,17	9,3	1,6	3,1	0,24	-
8	6,6	7,4	2,2	0,01	-	-	-	0,13	65	38	-	0,44	0,24	15,4	1,6	1,5	0,15	-
9	6,3	10,9	4,9	0,01	7,4	-	-	0,18	86	18	-	0,32	0,17	13,0	1,6	1,8	0,16	-
10	6,7	12,7	2,3	-	6,02	-	-	0,21	41	14	-	0,29	0,18	13,2	1,7	1,7	0,16	-
11	4,5	9,9	1,3	-	5	-	-	0,09	31		0,13	0,19	0,07		1,6	1,1		0,9
12	10,9	9,1	0,7	-	6,01	-	-	0,13	14	15	-	0,13	0,08	9,8	1,4	1,6	0,15	-
13	6,3	11,3	1,4	-		-	-	0,08	11		-	0,20	-		1,4	0,8		0,8
14	15,5	7,3	0,4	-	-	-	-	0,12	17	12	-	0,11	0,18	7,8	3,3	3,1	0,31	-
15	20,6	7,4	0,4	-	-	-	-	0,11	16	12	-	0,10	0,12	6,3	2,9	1,9	0,18	-
16	7,6	7,8	0,5	0,006	1	-	-	0,05	6		-	0,08	-	-	1,1	0,7		0,4
17	10,0	8,3	0,6	0,005	1,1	-	-	0,06	8		-	0,10	-	1,5	1,2	0,8		0,7
18	11,8	11,3	1,8	-	5,02	-	-	0,10	31	22	-	0,16	0,10	6,2	6,1	1,7	0,17	-
19	28,3	16,7	2,9	-	5,22	-	-	0,11	17	15	-	0,43	0,05	5,0	1,4	1,3	0,13	-
20	3,0	Ca	0,7	-	-	-	-	0,07	6	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
21	3,6	7,9	0,7	0,008	1,2	-	-	-	11	-	-	0,10	-	-	0,4	0,6	-	0,3
22	12,6	10,3	2,1	0,03	5,2	0,7	0,06	0,28	65	-	0,2	0,14	0,06	-	1,4	1,0	-	0,7
23	7,4	7,4	0,9	0,006	1,2	-	-	0,10	10		-	0,06			1,5	0,9		0,4
24	5,0	8,6	1,6	0,006	2,3	0,55	-	0,10	39		0,1	0,12	0,09		1,5	0,8		1,2
25	9,3	9,8	1,3	0,007	1,6	-	-	0,09	29		-	0,12	-		1,1	1,0		0,7
26	4,2	6,5	0,8	0,007	-	-	-	0,08	34		-	0,07			0,9	1,0		0,5
27	17,3	8,6	2,8	-	5,2	-	-	0,11	36	17	0,4	0,37	0,13	0,7	1,3	1,0	0,11	-
28	16,2	9,5	1,8	0,05	3,6	-	-	-	19	20	-	0,13	0,04	2,4	-	-	-	-
29	4,6	Ca	1,6	-	-	-	-	0,28	10		-	-	-	-	0,2	0,6	-	-
30	6,2	7,3	1,8	-	5,01	-	-	0,14	50	20	0,6	0,06	0,19	5,7	1,2	0,8	0,11	-
31	13,8	7,3	2,6	-	0,63	-	-	-	16	18	-	0,26	0,02	2,4	-	-	-	-
32	1,8	Ca	4,7	0,007	-	-	-	0,30	64	-	-	-	-	-	0,2	1,0	-	-
33	5,5	5,3	1,9	-	8,3	-	-	0,08	48	16	-	-	0,10	6,7	0,8	1,1	0,07	-
34	7,2	7,0	1,2	-	6,6	-	-	-	12	15	-	-	0,02	2,2	-	-	-	-
35	17,3	11,2	1,1	-	3,7	-	-	0,16	30	20	-	0,08	0,09	8,3	1,2	2,1	0,17	-
36	7,1	11,5	4,6	-	1,3	-	-	0,10	31	15	-	0,15	0,12	10,9	2,2	2,6	0,18	-
37	10,9	12,6	3,1	-	4,3	-	-	0,16	33	13	-	0,27	0,14	11,8	2,6	2,0	0,23	-
38	6,3	10,4	1,9	-	3,6	-	-	0,17	40	14	-	0,06	0,18	13,1	2,0	1,6	0,14	-

■ – содержания выше кларковых.

(35) – число проб.

Средний химический состав (в %) и средние содержания малых и редкоземельных элементов (в г/т) в вулканитах Челябинской площади

Окислы, элементы	1 (6)	2 (16)	3 (16)	4 (20)	5 (20)	6 (10)	7 (15)	8 (7)	9 (10)	10 (5)	11 (10)	12 (25)	13 (20)	14 (38)	15 (26)	16 (20)	17 (11)
SiO ₂	47,87	47,28	44,56	52,21	52,64	51,1	56,83	67,47	75,99	50,64	51,13	58,33	62,73	59,19	60,71	57,81	52,17
TiO ₂	1,53	2,09	1,56	0,77	0,67	0,76	0,68	0,54	0,31	0,64	0,50	0,52	0,37	0,45	0,69	0,77	1,83
Al ₂ O ₃	14,46	14,05	15,62	17,23	14,91	17,28	15,87	13,27	11,56	14,55	13,43	17,96	16,32	18,45	17,87	18,03	15,24
Fe ₂ O ₃	4,23	6,66	4,43	5,37	3,46	6,5	3,92	4,29	3,38	3,72	4,47	2,95	3,55	2,53	4,54	4,94	5,92
FeO	6,92	6,52	7,08	6,26	6,7	5,12	6,28	3,07	1,16	6,49	5,26	2,97	2,42	3,01	1,75	1,91	5
MnO	0,18	0,26	0,18	0,18	0,16	0,18	0,16	0,1	0,05	0,18	0,17	0,09	0,1	0,08	0,08	0,07	0,15
MgO	7,57	8,26	7,10	5,70	7,51	4,87	4,66	1,67	1	7,09	9,11	4,11	2,3	3,08	2,17	3,14	4,66
CaO	10,53	8,14	10,96	6,13	7,85	5,62	3,74	2,72	0,85	9,85	9,43	4,2	2,96	3,23	2,23	3,05	7,53
Na ₂ O	2,95	3,39	2,42	3,51	3,15	3,78	3,98	3,18	3,05	3,00	2,80	4,51	3,03	4,39	4,01	3,53	3,14
K ₂ O	0,25	0,33	0,39	0,60	0,22	0,79	0,25	0,66	0,98	0,82	0,35	1	1,36	1,39	2,28	2,67	1,67
P ₂ O ₅	0,135	0,272	0,183	0,060	0,070	0,060	0,070	0,070	0,040	0,095	0,046	0,140	0,120	0,120	0,300	0,340	0,812
nnn	2,96	2,49	5,13	3,18	1,91	3,61	3,77	3,52	1,89	2,63	2,79	3,25	4,17	3,49	3,04	3,5	1,71
Сумма	99,58	100,05	99,50	101,2	99,24	99,67	100,2	99,85	99,26	99,70	99,48	100	99,43	99,41	99,67	99,75	99,75
Rb	4	0	48,30	7,7	2,5	7	35	12	19			9	9	10	46	64	32,00
Sr	82,00	1235	326	97,2	99,7	97	78	98	103			708	708	489	490	343	672
Zr	114	55,00	118	69,5	67,6	69	67	115	113			151	151	128		168	178
Cs	0,06	0,50	3,45	1,88	0,95			5,00	5,00			1,58	1,58	1,87			0,28
La	5,29	8,97	11,71	2,21	2,31	33,90		2,77	2,77			11,73	11,73	8,87			58,17
Ce	13,90	22,50	32,14	8,73	9,24	38,3-		10,76	10,76			24,90	24,90	15,84			108
Sm	3,65	5,77	5,29	0,96	1,14	4,45		1,29	1,29			2,69	2,69	1,84			10,87
Eu	1,27	1,77	1,69	1,01	0,87	2,05		1,27	1,27			1,30	1,30	0,91			2,59
Yb	2,72	5,41	4,54	0,46	0,87			0,85	0,85					0,46			5,06
Lu	0,45	0,95	0,78	0,62	0,15	0,27		0,43	0,43			0,26	0,26	0,10			0,80
U	2,00	0,70	1,85	4,08	4,8	7,00											3,29
Th	1,13	0,83	1,56	2,25	1,6	5,06		0,43	0,43			1,47	1,47	1,10			5,21
Ta	0,36	0,34	1,13		0,33	1,68											1,24
Hf	2,48	5,15	3,31	7,78	1,00	14,70		5,97	5,97			4,17	4,17	4,53			6,12
Sc	52,80	41,30	42,00	59,10	40,50	24,90		30,90	30,90			18,25	18,25	11,61			30,40
Co	46,20	41,00	45,23	29,90	32,50	51,10		17,40	17,40			12,80	12,80	11,53			31,00
Cr	120	64,20	287	23,60	84,40	86,90		3,30	3,30			13,00	13,00	10,22			109,50
Ni	650	400	825														720
Pr*	2,13	3,36	4,41														11,43
Dy	5,12	8,80	7,59														11,27

Окончание прил. 16

Окислы, элементы	1 (6)	2 (16)	3 (16)	4 (20)	5 (20)	6 (10)	7 (15)	8 (7)	9 (10)	10 (5)	11 (10)	12 (25)	13 (20)	14 (38)	15 (26)	16 (20)	17 (11)
Gd	5,80	8,90	7,71														12,97
Ba	120	660	221	1141	724												817
Se	1,10	1,60	4,26														2,69
Nd	10,40	17,20	17,48	2,07	1,15							0,85	0,85	0,36			43,53

1 – самарская толща (RF₁?sm), базальты; 2 – каясанская толща (RF₁?ks), базальты; 3 – леснинская толща (RF₁?ls), базальтовые порфиритоиды, зеленые сланцы; 4–9 – саргазинская толща (O₁₋₂?sr), Кочкарско-Адамовская зона, южное обрамление Челябинского гранитоидного массива; 4 – базальты афировые, 5 – базальты порфиоровые, 6 – туфы базальтовые, 7 – ксенотуфы, 8 – дациты, 9 – риолиты; 10–11 – саргазинская толща (O₁₋₂?sr), базальты: 10 – Кочкарско-Адамовская зона, северное обрамление Челябинского гранитоидного массива, 11 – Копейская зона; 12–14 – березняковская толща (D₃-C₁bz): 12 – андезиты, 13 – андезидациты, 14 – ксенотуфы; 15–16 – таяндинская толща (C₁tn): 15 – андезиты, 16 – туфы и ксенотуфы; 17 – бичурская свита (T₁₋₂bč), базальты. (6) – число проб химических анализов.

Средний химический состав известняков Челябинской площади

Оксиды	Биксизакская толща (O ₂ -S,bk)	Первомайская толща (S ₁₋₂ pm)	Шейнская толща (D ₁ sn)	Клубничная толща (D ₂ kl)	Тугундинская толща (C ₁ tg)	Биргильдинская толща (C ₂ bg)	Архангельская толща (C ₂ ar)	Сагаустинская толща (C ₂ sg)	Ухановская толща (C ₂ uh)
SiO ₂	2,41	2,48	1,01	1,07	8,69	1,07	1,26	1,02	5,60
TiO ₂	0,03	0,02	0,02	0,02	0,06	0,01	0,04	0,03	
Al ₂ O ₃	0,56	0,61	0,38	0,27	2,45	0,30	0,36	0,24	0,68
Fe ₂ O ₃	0,05	0,05	0,06	0,05	0,77	<0,05	0,19	0,24	0,30
FeO	0,25	0,20	0,14	0,14	0,35	0,24	0,29	0,22	
MnO	0,08	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,05	
MgO	0,56	0,69	0,37	0,20	0,75	0,18	0,49	0,68	0,58
CaO	52,80	52,65	54,13	54,52	47,15	54,56	53,36	52,86	52,49
Na ₂ O	0,40	0,43	0,21	0,12	0,17	0,10	0,11	0,10	
K ₂ O	0,13	0,15	0,12	0,03	0,60	0,07	0,09	0,05	
P ₂ O ₅	0,03	0,03	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	
CO ₂	42,15	42,24	42,68	42,24	36,68	42,83	44,02	43,240	41,78
nnn									
сумма	99,45	99,55	99,14	98,68	97,73	99,37	100,23	98,74	
n	5	4	4	2	3	4	5	3	2

Средний химический и нормативный составы пород синеглазовского комплекса (V?s)

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SiO ₂	40,21	40,05	37,28	36	49,76	50,04	45,05	50,81	51,64	51,5	47	49,2	46,42	47,66	44,34	46,66	48,15
TiO ₂	0,14	0,1	0,12	0,04	0,1	0,14	0,14	0,29	0,39	0,27	0,13	0,3	0,8	0,09	0,22	0,4	0,22
Al ₂ O ₃	4,85	2,25	1,46	1,04	1,62	1,74	2,81	3,58	5,34	8,15	22,7	13,37	18,74	17,44	16,39	23,95	15,91
Fe ₂ O ₃	4,62	5,67	6,11	5,57	6,25	2,66	8,39	1,94	2,25	1,6	1,84	1,47	4,03	1,83	1,67	2,34	2,28
FeO	2,38	3,46	1,87	3,26	2,24	5,03	7,11	6,34	7,82	7,54	4	7,02	6,67	4,18	4,64	3,21	3,68
MnO	0,045	0,12	0,11	0,11	0,06	0,15	0,17	0,12	0,13	0,18	0,1	0,14	0,13	0,14	0,17	0,12	0,1
MgO	35,6	34,9	38	39,7	25,45	20,6	24,1	19,3	16,5	13,5	6,18	11,9	7,52	13,8	10,5	5,17	11,3
CaO	0,81	0,72	0,2	0,29	9,06	14,2	6,46	14,9	13,9	13,2	16	13,6	11,6	3,56	16,8	12	15,7
Na ₂ O	0,29	0,18	0,13	0,1	0,17	0,16	0,1	0,18	0,58	0,71	0,87	0,6	1,86	3,03	0,9	2,84	1,26
K ₂ O	0,5	0,09	0,05	0,09	0,04	0,05	0,04	0,05	0,09	0,19	0,05	0,05	0,56	0,44	0,12	0,61	0,22
P ₂ O ₅	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0	0,06	0,06	0,05	0,01	0,06	0,04	0,02	0,03	0,05	0,01
CO ₂	0,1	0,5	0,7	0,4	0,2	0,8	0	0	0,1	0,2	0	0	0	1,2	0	0	0,2
nnn	10,93	11,58	13,54	12,52	4,36	3,82	5,24	2,52	1,74	1,92	1,64	2,14	2,05	6,77	4	0	1
сумма	100	99	98,77	98,75	100,07	99,83	99,95	100,08	100,3	98,81	100,47	99,92	100,45	98,94	100,8	97,4	98,29
n	2	6	5	1	1	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	1	1
f	0,1	0,12	0,098	0,10	0,15	0,17	0,25	0,19	0,25	0,27	0,34	0,28	0,43	0,19	0,24	0,36	0,21
FeO ^l	6,54	8,56	7,36	8,27	7,86	7,42	14,66	8,03	9,84	8,98	5,65	8,34	10,29	5,82	6,14	5,31	5,73
Q	-	-	-	-	0,5	0,07	-	-	0,6	3,07	0,26	0,89	-	0,7	-	-	-
C	2,69	1,64	1,19	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,38	-	-	-
Or	2,96	0,53	0,3	0,53	0,24	0,27	0,21	0,3	0,53	1,12	0,3	0,3	3,31	2,6	0,71	3,61	1,3
Ab	2,45	1,52	1,1	0,85	1,44	1,35	0,85	1,52	4,91	6,01	7,36	5,08	15,74	25,64	3,19	20,6	10,66
An	3,13	0,6	-	-	3,54	3,89	7,12	8,81	11,7	18,5	57,89	33,64	41,14	9,82	40,33	50,8	37,11
Lc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ne	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	1,83	-
Di	-	-	-	-	31,19	48,2	19,6	51,5	44,8	36,3	17,22	26,89	13,06	-	34,09	6,78	31,26
Hy	28,8	40,4	27,9	17,7	48,92	35,8	47,1	28,3	31,9	28,7	12,91	28,02	10,96	40,62	-	-	5,85
Ol	42,3	33,8	45,9	57,8	-	-	7,09	3,71	-	-	-	-	6,72	-	12,1	9,43	8,62
Mt	6,7	8,22	6,04	8,07	7,12	3,86	12,2	2,81	3,26	2,32	2,67	2,13	5,84	2,65	2,42	3,39	3,31
Hm	-	-	1,95	-	1,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jl	0,27	0,19	0,23	0,08	0,19	0,27	0,27	0,55	0,74	0,51	0,25	0,57	1,52	0,17	0,42	0,76	0,42
Ap	0,9	0,05	0,02	0,02	0,03	0,07	-	0,14	0,14	0,12	0,02	0,14	0,09	0,05	0,07	0,12	0,02
Cc	0,23	1,02	0,33	0,5	0,45	1,82	-	-	0,27	0,5	-	-	-	2,77	-	-	0,45

Окончание прил. 18

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ма	-	-	0,98	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	89,6	88	86	86,7	94,96	95,6	94,4	97,6	98,9	97,1	98,88	97,66	98,38	93,4	95,72	97,37	99,0

1–4 – серпентиниты: 1, 2 – Медиаковский массив, 3 – Кочкарская зона, 4 – Текельдытауская зона; 5–10 – пироксениты: 5 – Медиаковский массив, 6–10 – Синеглазовский массив; 11–17 – габбро: 11–13 – Синеглазовский массив, 14–16 – Кочкарская зона, 17 – Медиаковский массив.

Средние химические и нормативные составы пород смолинского комплекса (С?s), саргазинских субвулканических тел (O₁₋₂?sr) и вознесенского комплекса (O₂И)

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SiO ₂	57,31	59,45	61,06	61,40	62,61	63,42	69,11	50,84	50,07	51,46	55,26	58,43	61,68	66,98	70,50	75,91	69,97	75,58	76,68
TiO ₂	0,84	0,87	0,79	0,82	0,76	0,76	0,47	0,72	2,06	0,67	0,75	0,38	0,48	0,54	0,43	0,22	0,27	0,09	0,25
Al ₂ O ₃	15,66	16,20	16,34	16,29	16,43	16,05	13,08	16,58	13,45	15,42	16,31	13,46	14,73	14,33	13,19	12,21	15,91	13,84	12,10
Fe ₂ O ₃	3,60	3,02	2,24	2,58	1,35	1,74	3,86	3,11	7,35	3,48	3,25	3,57	3,19	2,91	1,81	1,03	0,46	0,34	1,80
FeO	3,44	3,10	3,38	3,15	3,48	2,89	2,99	7,16	8,05	6,48	5,80	4,41	3,90	3,35	2,65	1,14	1,40	0,45	0,66
MnO	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,09	0,24	0,26	0,16	0,14	0,14	0,13	0,09	0,07	0,04	0,03	0,03	0,22
MgO	4,46	3,68	3,72	2,71	3,66	2,47	1,96	5,13	4,75	7,87	4,19	6,19	3,91	1,61	1,16	0,83	0,97	0,39	1,22
CaO	5,61	5,10	4,62	5,32	4,26	4,14	3,03	6,45	5,92	9,43	7,30	7,25	5,73	3,58	3,10	2,65	2,89	2,12	0,50
Na ₂ O	3,08	3,61	3,47	3,51	3,71	3,46	3,74	4,67	3,25	2,33	3,34	2,96	3,82	3,81	4,15	4,62	5,05	4,68	2,73
K ₂ O	2,65	2,48	2,44	2,26	2,39	2,79	0,33	0,13	0,25	0,40	0,40	0,60	0,32	0,52	0,54	0,23	1,42	1,44	1,73
P ₂ O ₅	0,29	0,33	0,23	0,22	0,30	0,19	0,06	0,07	0,21	0,09	0,08	0,10	0,06	0,12	0,08	0,04	0,09	0,13	0,03
CO ₂	0,20	0,2	0,1	0,1	-	0,21	0,42	0,69	0,2	0,20	0,93	0,28	0,38	0,26	0,34	0,25	0,45	0,26	0,20
nnn	1,53	1,74	2,84	1,18	1,23	1,07	1,84	4,51	3,35	1,61	3,00	1,44	1,96	1,99	1,55	0,89	0,91	0,50	2,05
Σ	99,14	99,6	99,89	100,07	100,26	99,26	100,23	100,3	99,17	99,39	99,84	99,94	99,90	99,96	99,32	99,77	99,47	99,56	99,78
n	4	5	13	10	7	7	6	8	6	6	8	3	5	8	11	10	10	4	3
Нормативный состав																			
Q	13,1		15,27	17,03	16,25	19,35	37,22	1,59		4,65	12,35	15,35	20,31	32,40	35,78	41,64	28,19	38,66	
C	-		0,14	-	0,71	0,27	2,18	-		-	-	-	-	1,85	1,12	0,23	2,06	1,67	
Or	14,7		14,42	13,36	14,13	16,49	1,95	0,83		2,35	2,33	3,98	1,88	3,10	3,22	1,38	8,39	8,48	
Ab	30,54		29,36	29,70	31,39	29,27	31,64	41,3		19,67	28,24	25,04	32,29	32,21	35,13	39,06	42,69	39,55	
An	20,7		21,42	22,02	19,18	19,30	11,99	24,92		30,48	28,37	21,46	22,12	15,41	12,68	11,28	10,96	8,00	
Di	1,96		-	2,36	-	-	-	6,58		11,64	1,20	9,68	2,79	-	-	-			
Hy	10,16		12,48	8,07	13,28	8,9	6,57	10,55		22,21	16,80	15,57	12,39	7,02	5,69	3,00	4,22	1,42	
Ol								7,19											
Mt	4,4		3,25	3,74	1,96	2,52	5,6	4,7		5,05	4,75	5,17	4,62	4,21	2,63	1,49	0,67	0,49	
Il	1,67		1,50	1,56	1,44	1,44	0,89	1,43		1,27	1,43	0,72	0,90	1,03	0,81	0,41	0,51	0,18	
Ap	0,8		0,54	0,52	0,71	0,45	0,14	0,17		0,21	0,19	0,24	0,15	0,27	0,19	0,10	0,20	0,31	
Cc	-		-	-	-	-	0,96	-		0,45	2,12	0,64	0,86	0,58	0,78	0,57	1,02	0,59	
Σ	97,99	98,88	98,40	98,35	99,06	98,00	99,14			97,98	97,75	97,85	98,32	98,08	98,04	99,17	98,90	99,35	
№ pl	40		42	42	37	39		38		59	50	44	41	41	32	20,4	20,4	16	

1–6 – смолинский комплекс: 1 – мигматиты порфиробластовые, 2, 3 – диоритогнейсы, 4–6 – кварцевые диориты; 7–9 – саргазинские субвулканические тела: 7 – риодациты, 8–9 – базальты; 10–19 – вознесенский комплекс: 10 – габбро, 11 – габбродиориты, 12, 13 – кварцевые диориты, 14 – тоналиты, 15, 16 – плагиограниты, 17–19 – дайки: 17, 18 – плагиограниты площади, 19 – плагиогранит-порфиры за пределами площади.

Средние химические и нормативные составы магматитов березняковских субвулканических (D_3-C_1bz); биргильдинско-томинского (D_3-C_1bt), полетаевского (C_2p), ольховского (P_1ol), кременкульского (P_2kr), колымбаевского ($T_1?k$) и шиханского ($T_2?š$) комплексов

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	58,61	56,20	61,36	64,98	67,00	67,18	68,76	70,67	70,74	72,96	75,08	48,92	46,8	55,08
TiO ₂	0,58	0,52	0,42	0,61	0,47	0,49	0,40	0,33	0,32	0,24	0,13	0,78	0,64	0,88
Al ₂ O ₃	18,48	17,79	17,70	15,03	15,26	15,50	14,92	14,50	14,60	14,10	13,45	8,71	9,1	16,36
Fe ₂ O ₃	1,20	2,51	1,92	1,70	1,44	1,52	1,37	1,00	0,96	0,69	0,44	3,07	2,27	2,13
FeO	3,10	4,17	2,93	2,56	1,97	1,73	1,81	1,34	1,21	1,35	0,56	5,43	5,76	3,55
MnO	0,04	0,12	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07	0,02	0,15	0,10	0,10
MgO	2,33	4,83	2,71	2,81	2,25	1,62	1,57	1,51	0,85	0,60	0,42	14,89	17,2	4,81
CaO	4,40	5,00	3,68	3,18	2,23	2,40	2,03	1,46	1,39	1,12	0,99	12,11	5,47	7,24
Na ₂ O	4,16	4,32	3,34	3,37	3,24	3,82	3,49	3,54	3,76	3,33	3,66	1,63	0,67	3,59
K ₂ O	0,83	0,75	1,47	3,19	4,01	3,84	3,77	4,07	4,66	4,58	5,04	0,46	4,01	1,97
P ₂ O ₅	0,21	0,17	0,13	0,23	0,18	0,19	0,17	0,14	0,12	0,06	0,04	0,35	0,80	0,58
CO ₂	2,89	0,76	1,32	-	0,20	0,20	0,20	0,13	0,20	0,20	-	0,55	3,85	0,42
nnn	5,76	1,82	4,26	1,85	1,73	1,41	1,56	1,16	0,89	0,43	0,43	2,62	7,81	2,63
сумма	99,70	99,27	101,3	99,58	100,02	99,95	100,10	99,89	99,74	99,73	100,21	99,12	100,32	100,14
Число ан.	3	9	32	9	12	8	26	14	9	21	24	1	2	5
Нормативный состав														
Q	17,75		24,08	21,71	24,39	22,67	27,02	29,00	26,65	32,19	31,62	-	-	7,90
C	3,47		4,35	0,81	1,97	1,13	1,79	1,95	1,12	1,77	0,27	-	3,66	-
Or	5,06		8,95	18,85	23,72	22,68	22,31	24,05	27,55	27,07	29,81	2,82	23,7	9,80
Ab	36,35		29,11	28,52	27,38	32,34	29,57	29,93	31,85	28,17	30,97	14,29	5,67	30,50
An	21,12		17,95	14,25	9,88	10,72	8,99	6,34	6,13	5,16	4,66	15,63	-	23,20
Ne														
Di												34,96		1,05
Hу	9,93		10,28	9,42	7,35	5,25	5,53	4,92	3,09	3,14	1,55	17,05	45,88	15,86
Ol												8,1	2,78	
Mt	1,80		2,87	2,47	2,09	2,20	1,98	1,45	1,40	1,00	0,63	4,6	3,29	5,64
Il	1,14		0,82	1,16	0,90	0,94	0,77	0,63	0,62	0,46	0,24	1,54	1,22	2,35
Ap	0,50		0,32	0,55	0,42	0,44	0,39	0,33	0,28	0,14	0,10	0,79	1,89	1,24
Cc													7,88	
Ma													0,74	

Окончание прил. 20

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Σ	97,11		98,53	97,75	98,11	98,36	98,35	98,60	98,67	99,10	99,84	96,50	96,71	97,00
№ pl	36		38	33	26	24	23	17	16	15	13	52		46

1 – березняковские субвулканические, андезиты; 2–3 – биргильдинско-томинский комплекс: 2 – диориты, 3 – кварцевые диориты; 4–9 – полетаевский комплекс: 4–7 – гранодиориты, 8–9 – граниты биотитовые; 10 – ольховский комплекс, граниты среднезернистые субщелочные; 11 – кременкульский комплекс, граниты лейкократовые среднезернистые субщелочные; 12 – шиханский комплекс, габбро субщелочное; 13–14 – колымбаевский комплекс: 13 – лампроит, 14 – лампрофир.

**Фоновые содержания химических элементов в магматитах Челябинской площади (в $n \cdot 10^{-3} \%$)
(приближенно-количественный спектральный анализ)**

№ п/п	Элементы	Ni	Co	Cr	Mn	V	Ti	Sc	Cu	
1	Кларк по А. П. Виноградову в основных породах	$\frac{14,5}{11}$	$\frac{4,8}{6}$	$\frac{25}{26}$	$\frac{144}{143}$	$\frac{27,5}{30}$	$\frac{1090}{842}$	3,0	$\frac{10}{8}$	
2	То же, в средних породах	2,5	2,4	6,0	116	15	470	2,00	5,5	
3	То же, в кислых породах	1,5	1,0	2,5	54	3,5	250	0,7	2,0	
4	Колымбаевский комплекс ($\chi T_1 ? k$) Шиханский комплекс ($T_2 ? \check{s}$)	Лампроиты	85	5	60	60	10	500	0,85	7
46		Лампрофиры	15	1,8	40	70	10	400		5
		Габбро субщелочные	25	4	57	113	9,3	500		7
5	Кременкульский комплекс ($P_2 kr$)	Граниты грейзенизированные	1,91	0,36	28,8	45,3	2,68	174	0,48	4,28
		Граниты апикальной части Кременкульского массива	1,60	0,30	19,2	23,9	3,6	194	,67	3,16
		Гранит-порфиры, пегматоидные граниты	0,89	0,40	12,5	25,6	1,4	74,4		4,5
		Граниты лейкократовые среднезернистые	1,25	0,32	22,9	15,8	1,5	86,7		2,96
		Граниты разномзернистые и порфировидные	2,41	0,49	26,4	32,7	2,8	173	0,42	3,54
6	Ольховский комплекс ($P_1 ol$)	1,36	0,34	17,6	28	2	237		2,7	
7	Полетаевский комплекс ($C_2 p$)	Граниты биотитовые	3,18	0,72	15,6	34,1	5,8	265		2,65
		Гранодиориты	5,27	1,1	15,3	40,7	9,5	306,7	0,67	2,53
		Гранодиориты зоны гранитизации	5,2	1,0	16,2	39,4	9,8	378	0,75	10,7
8	Березняковские субвулканические образования ($D_3 - C_1 bz$)	1,4	1,56	5,8	73,4	10,0	348		6,13	
9	Биргильдинско-томинский комплекс ($D_3 - C_1 bt$)	Диориты, диорит-порфириты	0,95	1,57	2,75	64	8,95	328		4,9
		Кварцевые диориты	1,16	1,33	6,8	66,3	12,8	349	0,62	7,95
		Кварцевые диоритовые порфириты	1,33	1,45	4,2	65	11,1	374	0,80	3,1
10	Вознесенский комплекс ($O_2 v$)	Габбро, габбродиориты	2,9	2,8	9,8	107	13,6	408	0,6	8,2
		Кварцевые диориты	1,00	1,2	9,3	62,6	8,8	368	1,3	4,3
		Плагиограниты	1,2	1,1	8,1	54,4	7,9	367	0,6	4,6
11	Саргазинские субвулканические образования ($O_{1-2} ? sr$)	Базальты	10,0	3,1	41,3	117	10	157		5,8
		Риодациты	1,75	1,25	17,5	50	9,5	300	1,0	3,5
12	Синеглазовский комплекс ($V ? s$)	Габброиды	31	4,5	40	75	9	87	1,6	Ан.
		Пироксениты	11,9	4,9	68,6	83,4	10	217	0,88	4,8
		Серпентиниты	159,7	8,3	178,6	128	3,95	38,6	0,38	2,91
13	Смолинский комплекс ($C ? s$)	Мигматиты и диоритогнейсы	5,3	1,86	23,3	57	11,8	491	0,95	3,7

№ п/п	Zn	Pb	Ag	Mo	Ba	Sr	W	Sn	Be	Zr	Ga	Y	Yb	Nb	n
1	<u>11</u> 8	<u>0,8</u> 0,08	<u>0,01</u> 0,003	0,14	<u>24</u> 4	47	0,1	0,15	0,04	<u>12</u> 9	<u>1,8</u> 2	<u>2,3</u> 3,2	-	<u>0,8</u> 0,7	
2	7,2	1,0	0,01	0,11	35	45	0,1	0,12	0,18	11	1,8	2,1	-	1,1	
3	6,0	2,0	0,005	0,1	75	20	0,15	0,3	0,35	20	2,0	3,1	-	2,0	
4	8,5	1,5		0,1	100	50			0,3	10		1	0,1		2
46	10	0,5		0,1	70			0,15		10					1
	6,7	1,6		0,07	53			0,13		10	1			0,67	3
	4,4	5,6	0,024	2,2	48,1	14,3	ед.	0,50	0,41	11,8	2,36	1,97	0,18	3,07	29
	4,3	5,3	0,15	3,0	24,7	11,8	6,8	2,59	0,58	9	1,95	1,4	0,14	2,1	19
	4,2	2	0,01	0,21	22			0,58	0,23		1,7	3,1		2,4	29
	4,0	6,3		0,26	19,6	12,1		0,50	0,41	9,0	1,9	2,08	0,28	2,1	12
	4,7	6,2	0,03	0,47	25	18	ед.	0,44	0,34	12,8	2	2,1	0,2	3,2	55
6	4,8	5,4		0,13	96,5	19		0,37	0,31	15,8	1,6	2	0,17		60
7	4,96	3,5		0,14	86,6	28,5		0,45	0,23	12,1	1,74	1,64	0,13		65
	6,07	3,9		0,15	75	22		0,32	0,20	11,3	1,9	1,77	0,15		15
	7,76	4,35		0,10	82,6	27		0,46	0,20	11,1	1,8	1,47	0,12		34
8	10,6	1,14	0,01	0,07	26,6		0,12	0,07			1,45	1,27	0,64		62
9	6,5	0,80	0,01	0,08	33,5			0,08				0,94		0,55	91
	6,86	1,04	0,01	0,20	48		0,13	0,11	0,09	6,2	1,6	1,05		0,66	36
	6,2	0,9	0,01	0,09	28			0,06		3,7	1,5	0,59		0,31	35
10	8,9	0,47		0,07	7,6			0,08			1,2	0,65		0,26	42
	6,1	0,45		0,09	23			0,14	0,08	7,5	1,44	1,32		0,33	56
	7,3	0,62		0,11	19			0,14	0,06	8,4	1,67	1,6		0,55	108
11	22	1,4		0,11				0,2				0,8		1,1	6
	11	0,7						0,1		4,5	1,25	2,25		0,6	2
12	7,8	1,9		0,09	41	20		0,36		2,25		0,75	0,09		4
	4,9	0,34		0,17	10,1	7,6		0,11			0,74		0,57		23
	4,86	0,32						0,27	0,03	1,47					29
13	8,1	1,44	0,01	0,12	57,4	-	0,30	0,19	0,16	7,0	1,36	1,44	-	0,84	71

Содержания малых и редких элементов в магматитах Челябинской площади (в г/т)

№ п/п	Комплексы/Элементы	Rb	Sr	Zr	Cs	La	Ce	Sm	Eu	Yb
1 1a	Колымбаевский (Т ₁ ?k)									
	Лампроиты	140	470	110	9,3	30,3	71,8	5,89	1,79	1,4
	Лампрофиры	58	548		6,7	85,02	101,97	10,39	4,2	2,86
2	Шиханский (Т ₂ ?ś)									
	Габбро субщелочные	13-67	413-676	136		38,4	78,8	9,6	2,5	2,50
3	Кременкульский (Р ₂ kr)									
	Граниты лейкократовые	287-400	75,6		4,3	41,4	67,3	7,45	0,92	4,87
4	Ольховский (Р ₁ ol)									
	Граниты лейкократовые	247(1)	106(1)		6,9	46,7	76,1	8,18	0,80	-
5	Полетаевский (С ₂ p)									
	Граниты	137	296	185	4,45	33,47	60,6	6,06	1,60	1,01
	Гранодиориты	118,7	892	77,5	3,06	42,2	70,7	4,92	1,13	2,12
	Гранодиориты зоны гранитизации	104,5	900	82,5	3,78	64,1	102,2	7,05	1,84	1,77
6	Березняковские андезиты субвулканические (D ₃ -C,bz)	18,7	307	122,8	3,74	13,3	22,6	2,4	1,39	1,05
	Биргильдинско-томинский (D ₃ -C,bt)									
7	Кварцевые диориты				2,5	12,14	22,3	2,25	1,07	1,90
	Вознесенский (O ₂ i)									
	Габбро					5,07	8,9	1,82	1,77	7,52
8	Габбродиориты	3-28	148,5			5,37	10,47	3,19	0,6	2,55
	Плагииграниты	2-5,5	107-120				20,65	3,46	1,38	4,48
9	Саргазинские субвулканические образования (O ₁₋₂ ?sr)									
	Базальты титанистые					7,86	21,5	3,9	3,3	1,13
	Базальты малотитанистые					4,27	9,57	1,27	1,44	1,98
9	Смолинский (С?s)									
	Диоритогнейсы	82,6	580,6	173	2,49	46,6	88,15	5,74	2,76	2,28

№ п/п	Lu	U	Th	Ta	Hf	Sc	Co	Cr	Ni	Pr	Dy	Gd	Ba	Se	Nd	Nb	n
1	0,19	2,7		0,32	3,6	18,7	58,9	1075					1000		29,8	6,4	1
1a			19,65		23,1	15,94	24,44	57,75									1
	0,3		8,7			28,1	41,6	858									2
2		4,38	28,95		6,13	3,65	1,9						835		2,31	43	2
3		4,60	31,8	2,34	7,29	3,11	1,91										3
4	0,30	5,67	19,45	2,14	13,91	6,00	3,81	10,5					936				8
	0,35	5,08	28,0	1,90	4,99	7,37	8,81	40,6	250	6,9	5,3	5,65	785		22,8		2
	0,285	2,17	18,8	1,65	4,62	12,4	10,03	67,15	435	9,8	5,07	6,6	1065		33,15		2
5	0,44	4,11	2,25		6,27	18,13	13,9	120									
6																	
	0,32	3,74	2,86		6,53	13,19	9,52	62,8							2,57		13
7						41,4	41,3	58,5									1
	0,82		1,47		6,57	15,08	6,9								13,9		2
															15,8		1
8																	
	0,40				11,72	50,06	35,1	59,3									5
	0,44					47,8	27,3	26,9									
9																	
	0,21	2,91	9,33		14,52	17,04	20,0	81,6					836				2

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ	6
СТРАТИГРАФИЯ	11
ИНТРУЗИВНЫЙ МАГМАТИЗМ И УЛЬТРАМЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ	35
ТЕКТОНИКА	46
ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ	51
ГЕОМОРФОЛОГИЯ	53
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ	56
ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА	65
ГИДРОГЕОЛОГИЯ	69
ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	76
<i>Приложение 1.</i> Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации (досреднеюрские образования) масштаба 1 : 200 000	80
<i>Приложение 2.</i> Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте дочетвертичных образований листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000	83
<i>Приложение 3.</i> Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных образований листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000	85
<i>Приложение 4.</i> Список проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых и вторичных геохимических ореолов (ВГХО), показанных на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации (досреднеюрские образования) масштаба 1 : 200 000	86
<i>Приложение 5.</i> Список проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых и вторичных геохимических ореолов (ВГХО), показанных на карте дочетвертичных образований листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000	90
<i>Приложение 6.</i> Список проявлений (П) и пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных образований листа N-41-VIII Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000	92
<i>Приложение 7.</i> Список прогнозируемых объектов полезных ископаемых на схеме прогноза полезных ископаемых	93
<i>Приложение 8.</i> Сводная таблица прогнозных ресурсов полезных ископаемых	94
<i>Приложение 9.</i> Список опорных обнажений, буровых скважин, показанных на геологической карте досреднеюрских образований	95
<i>Приложение 10.</i> Список буровых скважин, показанных на геологической карте четвертичных образований	96
<i>Приложение 11.</i> Список пунктов, для которых имеются определения возраста пород и минералов	97
<i>Приложение 12.</i> Средний химический состав (в %) и средние содержания малых и редкоземельных элементов (в г/т) в метаморфических породах Челябинской площади	98
<i>Приложение 13.</i> Нормативный состав метаморфических пород Челябинской площади	99
<i>Приложение 14.</i> Нормативный состав базальтов Челябинской площади	100
<i>Приложение 15.</i> Фоновые содержания химических элементов в породах Челябинской	

площади (в $n \cdot 10^{-3} \%$)	101
<i>Приложение 16.</i> Средний химический состав (в %) и средние содержания малых и редкоземельных элементов (в г/т) в вулканитах Челябинской площади	103
<i>Приложение 17.</i> Средний химический состав известняков Челябинской площади	105
<i>Приложение 18.</i> Средний химический и нормативный составы пород синглазовского комплекса (V?s)	106
<i>Приложение 19.</i> Средние химические и нормативные составы пород смолинского комплекса (С?s), саргазинских субвулканических тел (O ₁₋₂ ?sr) и вознесенского комплекса (O ₂ ?)	108
<i>Приложение 20.</i> Средние химические и нормативные составы магматитов березняковских субвулканических (D ₃ -C ₁ bz); биргильдинско-томинского (D ₃ -C ₁ bt), полетаевского (C ₂ p), ольховского (P ₁ ol), кременкульского (P ₂ kr), колымбаевского (T ₁ ?k) и шиханского (T ₂ ?ś) комплексов	109
<i>Приложение 21.</i> Фоновые содержания химических элементов в магматитах Челябинской площади (в $n \cdot 10^{-3} \%$) (приближенно-количественный спектральный анализ)	111
<i>Приложение 22.</i> Содержания малых и редких элементов в магматитах Челябинской площади (в г/т)	113