ПУТЕВОДИТЕЛЬ
ПО УЧЕБНЫМ ГЕОЛОГИЧЕСКИМ МАРШРУТАМ В ОКРЕСТНОСТЯХ г. КРАСНОЯРСКА

Красноярск
СФУ
2010

УДК 55(571.51)(075.8)
ББК 26.3я73+26.9(2Р54Кра)я73
П90

Рецензенты:
доктор географических наук, профессор кафедры экологии и природопользования СФУ Г. Ю. Ямских

доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и геоэкологии КГПУ им. В. П. Астафьева В. П. Чеха

Путеводитель по геологическим маршрутам в окрестностях г. Красноярска / А. М. Сазонов, Р. А. Цыкин, С. А. Ананьев, О. Ю. Перфилова, М. Л. Махлаев, О. В. Сосновская. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2010. – 202 с.

ISBN

Дана краткая геологическая характеристика района учебной общегеологической практики – окрестностей г. Красноярска. Приведены описания наиболее интересных геологических маршрутов, методические рекомендации по ведению маршрутов, геологической документации, составлению итогового отчета, а также правила техники безопасности при проведении полевых работ.

Пособие рекомендовано для студентов, обучающихся по направлению 130300 по специальностям: 13301 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых»; 130306 «Прикладная геохимия, петрология, минералогия».

УДК 55(571.51)(075.8)
ББК 26.3я73+26.9(2Р54Кра)я73

ISBN©

© Сибирский федеральный университет, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ……	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ……	5
1.1. Цели и задачи учебной практики и ее место в учебном процессе……	5
1.2. Техника безопасности при полевых работах…….	6
1.3. Методика проведения геологических маршрутов…….	10
1.4. Методика ведения геологической документации…….	21
1.5. Рекомендации по составлению итогового отчета по практике	23
2. УЧЕБНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ…….....	26
2.1. Маршрут «Голубая горка»……...	26
2.2. Маршрут «Сиенитовый карьер»…….	34
2.3. Маршрут «Мраморный карьер»……..	49
2.4. Маршрут «Торгашинские карьеры»……...	57
2.5. Маршрут «Река Караульная»……..	69
2.6. Маршрут «Карьер Сухой»……...	83
2.7. Маршрут «Часовня»…….	90
2.8. Маршрут «Поселок Солонцы»……	97
2.9. Маршруты «Николаевская Сопка» и«Лог Широкий» …….	103
2.10. Маршрут «Лог Пещерный»……...	123
2.11. Маршрут «Чёрная Сопка»…….	132
3. ГЕОЛОГИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. КРАСНОЯРСКА…….	135
3.1. История геологического изучения района ……	135
3.2. Геологические достопримечательности района……	147
3.3. Физико-географический очерк и орогидрография района…...	151
3.4. Стратиграфия……	156
3.5. Интрузивный магматизм…….	177
3.6. Тектоника……..	183
3.7. История геологического развития……..	187
3.8. Полезные ископаемые……..	193
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……..	195
ЛИТЕРАТУРА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ……	196

ВВЕДЕНИЕ

Окрестности г. Красноярска чрезвычайно интересны и сложны в геологическом отношении. Не случайно в начале нашего века академик В. А. Обручев именно под Красноярском проводил геологическую практику с томскими студентами.

Район г. Красноярска включает в себя часть салаирских складчатых сооружений Восточного Саяна, структуры девонской Рыбинской и юрской Чулымо-Енисейской впадин. Здесь развиты отложения позднего протерозоя (рифея и венда), кембрия, девона, карбона, юры и четвертичный комплекс. Они представлены разнообразными осадочными породами, содержащими ископаемые остатки животных и растений, в том числе имеющими мировую известность местонахождениями кембрийской фауны и девонской флоры.

Не меньший интерес представляют магматические проявления – интрузивные комплексы ультраосновного, основного, среднего и кислого составов различной щелочности. Очень разнообразны и широко распространены вулканические образования. Известны в районе и метаморфические породы.

Район г.Красноярска очень интересен и в тектоническом отношении. Сложными и разнообразными тектоническими дислокациями (складчатыми и разрывными) характеризуются горные складчатые структуры салаирид Восточного Саяна. Широко представлены платформенные структуры Рыбинской и Чулымо-Енисейской впадин.

В окрестностях г. Красноярска можно наблюдать различные современные геологические процессы и их результаты – различные формы рельефа; образование речных террас и склоновые процессы (оврагообразование, суффозия, оползни); карстовые процессы и их результаты; коры выветривания. Очень ярко представлен техногенный рельеф. Представляет интерес ряд месторождений нерудных полезных ископаемых.

Все перечисленное выше делает район г. Красноярска благоприятным для проведения учебных геологических практик студентов. Развитие туризма, межвузовского обмена студентов, экскурсии членов геологических кружков при школах и центрах дополнительного образования обусловили необходимость создания путеводителя по наиболее интересным геологическим маршрутам.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

1.1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ И ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Так как учебная геологическая практика проводится со студентами первого курса, не имеющими достаточных теоретических знаний и навыков геологических исследований, она организуется в форме экскурсий в окрестностях г. Красноярска (рис.1). Проводится учебная геологическая практика после сдачи экзамена по теоретическому курсу «Общая геология» в летнее время после второго семестра.

Цели учебной практики

1. Закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и лабораторных занятиях по курсу «Общая геология».
2. Обучение студентов основным приемам и методам полевых исследований, выработка соответствующих квалификационным характеристикам основных профессиональных навыков работы.
3. Подготовка студентов к изучению последующих дисциплин и прохождению учебной геологосъемочной и производственных практик.
4. Воспитание в духе коллективизма, взаимной поддержки и трудолюбия.
5. Воспитание бережного отношения к окружающей среде.

Задачи учебной геологической практики

1. Освоить комплекс мероприятий по подготовке и ведению полевых исследований.
2. Уверенно ориентироваться на местности, точно определять местоположение точек наблюдений и привязывать их к топографической и геологической картам.
3. Определять минералы по их диагностическим признакам (физические свойства и др.).
4. Определять горные породы в соответствии с их генетической классификацией.
5. Правильно отбирать, маркировать, упаковывать и документировать образцы минералов и горных пород.
6. Освоить методику определения элементов залегания горных пород с помощью горного компаса.
7. Правильно ориентировать карту и уметь переносить на нее геологическую информацию – составлять карту фактического материала.

8. Вести записи наблюдений и выполнять зарисовки в полевом дневнике.

9. Научиться наблюдать проявления эндогенных и экзогенных динамических процессов и анализировать результаты своих наблюдений.

10. Освоить методику составления геологического отчета по практике на основе анализа собственных полевых наблюдений и опубликованных материалов.

1.2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОЛЕВЫХ РАБОТАХ

Во время передвижения в геологических маршрутах (экскурсиях), а также при отборе и обработке образцов пород и минералов необходимо соблюдать правила техники безопасности. Все студенты перед началом практики должны пройти обязательный инструктаж по технике безопасности.

Правила техники безопасности во время геологических маршрутов и экскурсий, с которыми должны быть ознакомлены студенты, приведены ниже:

1. Студенты обязаны соблюдать инструкции по технике безопасности, устанавливающие правила проведения учебной геологической практики.

2. Все студенты должны перед практикой пройти инструктаж и расписаться об этом в соответствующем журнале.

3. Запрещается проведение маршрутов в одиночку. При выполнении маршрута группой из нескольких человек распоряжения преподавателя для всех членов группы являются обязательными.

4. Все работы должны выполняться с соблюдением основ законодательства об охране окружающей среды (охрана недр, лесов, водоемов, заповедных территорий и т. д.). Неблагоприятные последствия воздействия на окружающую среду должны сразу ликвидироваться.

5. Все студенты-практиканты, участвующие в маршрутах, подлежат обязательным предохранительным прививкам (клещевой энцефалит) в установленном органами здравоохранения порядке.

6. Руководитель группы и студенты должны быть обучены приемам оказания первой помощи при несчастных случаях и заболеваниях в соответствии с «Инструкцией по оказанию первой помощи при несчастных случаях ...» и мерам предосторожности от ядовитой фауны и флоры. Маршрутная группа при полевых работах должна иметь при себе аптечку.

7. При проведении маршрутов в районах распространения клещей и ядовитых насекомых должен проводиться обязательный периодический личный осмотр как во время маршрута, так и, в обязательном порядке, после его прохождения.

8. Все студенты должны быть проинструктированы о правилах передвижения в маршруте, применительно к местным условиям.

9. Маршрутная группа должна иметь однодневный запас продовольствия и питьевой воды.

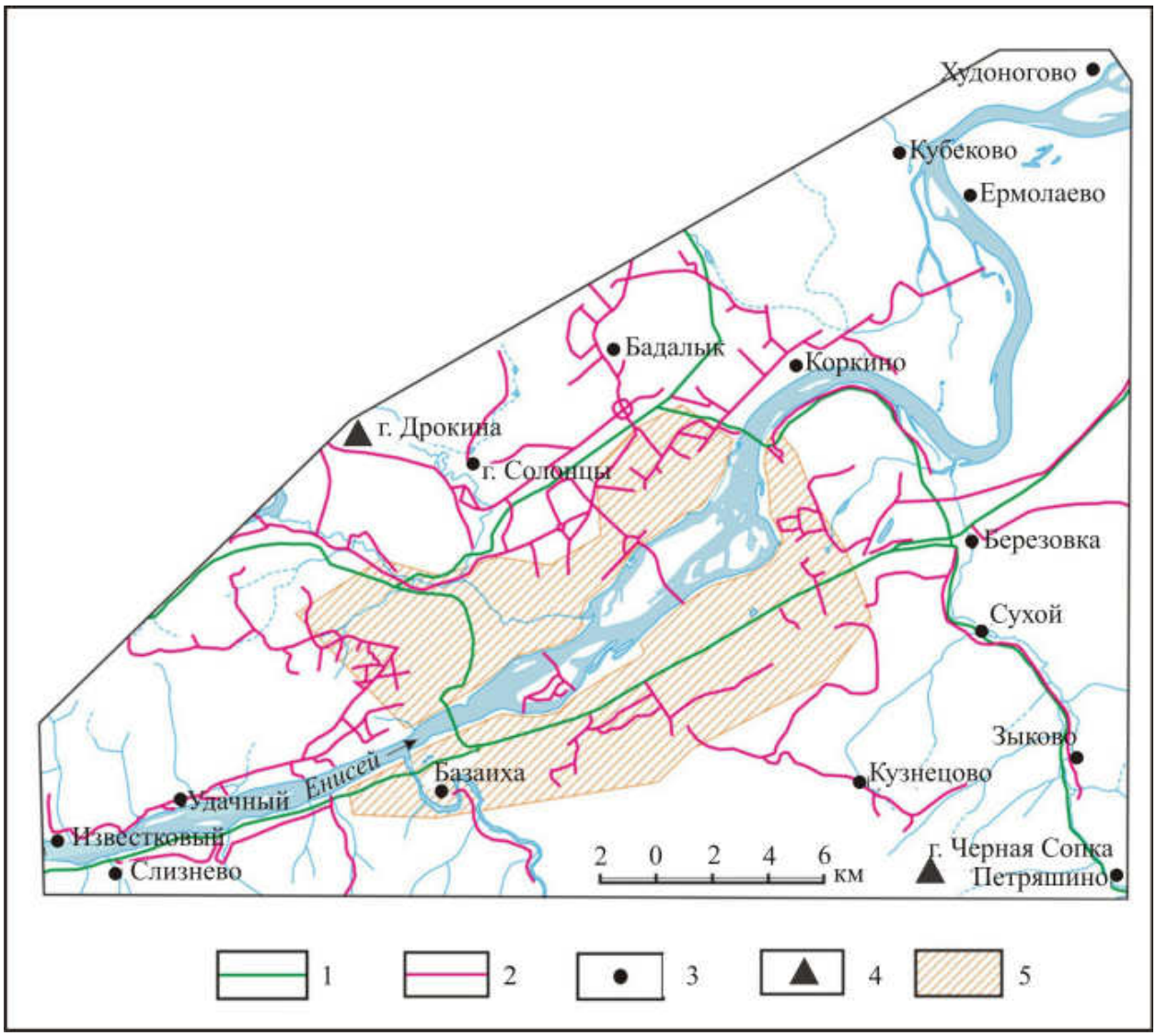


Рис. 1. Обзорная карта г. Красноярска и его ближайших окрестностей

1 – железные дороги; 2 – шоссе; 3 – населённые пункты; 4 – вершины; 5 – территория Красноярска

10. Студенты в маршруте должны быть экипированы в зависимости от особенностей местности и погодных условий. Особое внимание должно быть уделено головным уборам, верхней одежде и обуви. При необходимости надо иметь ветрозащитные куртки, плащи и зонты. Каждый студент должен иметь яркую (лучше оранжевую) одежду (рубашку, головной убор и т. п.), обеспечивающую лучшую взаимную видимость.

11. Запрещается выход в маршрут при неблагоприятном прогнозе погоды во время маршрута и наличии штормового предупреждения.

Порядок передвижения в маршрутах

1. При передвижении вдоль автомобильных дорог нельзя выходить на проезжую часть. При отсутствии тротуаров необходимо двигаться вдоль левой обочины навстречу движению автотранспорта.

2. При переходе дороги нужно выбирать участки с хорошей видимостью и убедиться в отсутствии движущегося транспорта на момент перехода. При переходе автомобильных дорог группой необходимо назначить замыкающего и по возможности привлечь внимание водителей, подняв руку (флажок и т. д.) в момент перехода.

3. При переходе регулируемых перекрестков необходимо осуществлять переход только на разрешающий сигнал светофора.

4. При использовании транспорта (автобусного, автомобильного, железнодорожного) следует соблюдать правила поведения на транспорте.

5. Движение маршрутной группы должно быть компактным, обеспечивающим постоянную зрительную и голосовую связь между людьми и возможность взаимной помощи. При отставании кого-либо из участников маршрута с потерей видимости и голосовой связи старший группы обязан остановить движение и подождать отставшего.

6. При наступлении непогоды (снегопад, гроза, затяжной дождь, густой туман и т. п.) во время маршрута необходимо прервать маршрут, укрыться в безопасном месте и переждать непогоду.

7. Работа в маршруте должна проводиться только в светлое время суток и прекращаться с таким расчетом, чтобы студенты успели вернуться до наступления темноты.

8. В случаях, когда один из членов маршрутной группы оказывается неспособным двигаться, руководитель маршрутной группы должен оказать пострадавшему на месте возможную помощь и принять все меры для вызова спасательной группы, не отходя от него. Временное оставление пострадавшего допускается лишь в исключительных случаях при условии, что оставшийся может дожидаться помощи в полной безопасности. Ушедший обязан отметить на карте местонахождение пострадавшего.

9. Студенты, потерявшие в маршруте ориентировку, должны прекратить дальнейшее движение по маршруту и ждать помощи.

10. Запрещается при движении в горной местности, на крутых обрывах, в карьерах без надобности сбрасывать камни и отваливать неустойчивые глыбы.

11. Подъем и спуск по крутым склонам должен производиться с обязательной взаимопомощью.

12. Подъем и спуск по крутым склонам и осыпям должен производиться длинными зигзагами («серпантином»). Запрещается подъем прямо вверх «в лоб». В случае вынужденного движения таким способом необходимо держаться на минимальном расстоянии друг от друга. Запрещается разбегаться при спуске по склону.

13. При работе в речных долинах и оврагах с крутыми обрывистыми склонами передвижение и осмотр обнажений (во избежание опасности обвала, оплыва, падения камней и деревьев) должны производиться очень осторожно, особенно после сильных дождей.

14. Запрещается продвижение вблизи кромки береговых обрывов, карьерных уступов, скальных выступов, провалов.

15. При проведении маршрутов в лесу особенно строго должны соблюдаться правила зрительной и голосовой связи.

16. При передвижении лесные завалы следует обходить. Вынужденное передвижение по лесным завалам следует осуществлять с максимальной осторожностью во избежание провала через подгнившие деревья.

17. При малейшем признаке лесного пожара (запах гари, бег зверей и полет птиц в одном направлении) группа должна выйти к ближайшей речной долине или поляне.

18. Запрещается во время грозы укрываться от дождя под высокими и отдельно стоящими деревьями.

19. Обследование пещер допускается только при наличии карты и спелеологического снаряжения (веревки, фонари с запасом горючего или батарей, спички, запас продуктов)

20. Запрещается располагаться на отдых в каких-либо углублениях (нишах, ямах, пещерах и т. п.)

21. На крутых склонах, естественных и искусственных обнажениях, в лесах и оврагах должны быть приняты меры безопасности от скатывающихся кусков породы, зависших сучьев и камней, возможных обвалов и затопления водами. В этих случаях студенты должны находится на одном гипсометрическом уровне.

22. Запрещается проведение работ под козырьками, а также со стороны склонов, угрожающих оползнями, обрушениями и обвалами.

Опробование естественных обнажений, отбор образцов

1. Отправляясь в маршрут, необходимо убедиться в исправности геологического инструмента, в частности в надежной насадке молотка (кувалды, кайлы) на рукоять.

2. Запрещается отбирать образцы на участках подверженных камнепадам, под скальными карнизами и скальными развалами, в узких ущельях со слабоустойчивыми стенками и нависшими глыбами.

3. Запрещается отбор образцов на склонах в тех местах, где их скатывание будет происходить в сторону ниже расположенных людей.

4. При оборе образцов с помощью молотка необходимо иметь защитные очки либо в момент удара закрывать глаза. Стоящих рядом людей необходимо предупредить, предложить отойти, отвернуться, закрыть глаза, либо самому отойти в сторону от основной группы.

Правила пожарной безопасности

1. Отряды, работающие в лесу, должны принять меры к ликвидации очагов возникновения лесных пожаров, немедленно сообщить о пожаре для передачи этих сведений ближайшему лесному ведомству.

2. Запрещается разводить костры в зеленой зоне города и заповедниках кроме мест, оборудованных для этого специально.

2. Запрещается разводить костры в хвойных молодняках, старых горельниках, на участках поврежденного леса, лесосеках с порубочными остатками, торфяниках, в камышах, под кронами деревьев, в местах нахождения сухих мха и травы, а также в других пожароопасных местах.

3. В остальных местах разведение костров допускается на площадках, окаймленных минерализованной полосой (полоса земли, с которой полностью удалены травяная растительность, лесная подстилка и прочие горючие материалы до минерального слоя) шириной не менее 0,5 м.

4. За костром должен быть установлен постоянный надзор. По окончании пользования костер должен быть засыпан землей или залит водой до полного прекращения тления.

5. Во время передвижения в лесу, по высохшим мхам и лишайникам, в степи, по подсохшим камышам запрещается бросать горящие спички, окурки.

1.3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ

Учебная геологическая практика проводится группами под руководством преподавателя таким образом, что на одну группу приходится один руководитель. Группа в свою очередь делится на маршрутные бригады по 5-10 человек, каждая из которых возглавляется бригадиром из числа ответственных студентов. Маршруты проходят группой, однако полевые наблюдения и написание отчета осуществляется побригадно.

Геологические экскурсии предусматривают усвоение студентами общих навыков работы в полевых условиях. С этой целью в маршрутах преподаватели знакомят их с методикой полевых геологических исследований, показывают связь непосредственно наблюдаемых геологических объектов (геологических тел, контактов, складок, разрывных нарушений и т.п.) с теми или

иными геологическими процессами или явлениями. Кроме того, по ходу маршрута руководитель группы знакомит студентов с горными породами в их естественных условиях залегания, с привязкой, правилами зарисовки (фотодокументации) и описания отдельных обнажений, искусственных выемок, террас, осыпей, оползней, оврагов, с имеющимися в районе практики карьерами и т. д.

В первый день практики студенты знакомятся с целями, задачами и содержанием практики, местом, сроками и методикой проведения, а также слушают лекцию о геологическом строении района прохождения практики. Они знакомятся с правилами техники безопасности, что подтверждается личной подписью каждого в соответствующем журнале. В этот же день каждая бригада получает необходимое для практики полевое снаряжение: рюкзак, полевую сумку, горный компас (GPS), геологическую и топографическую карты, геологический молоток, флакон с соляной кислотой, методические материалы. Даются рекомендации по приобретению дополнительного имущества – карандашей, ручек, тетрадей для ведения полевого дневника, средств для маркировки образцов (лейкопластырь, маркеры), оберточной бумаги, аптечки и т. п.

Время и место сбора, особенности транспортировки, а также необходимые сведения и рекомендации по маршруту (одежда, обувь, напитки, продукты питания) объявляются студентам накануне, при этом обязательно учитывается прогноз погодных условий. Одним из важнейших условий успешного прохождения практики является строгое соблюдение режима дня: времени сбора, выхода в маршрут, возвращения с экскурсии.

Порядок описания маршрутов

Описание маршрута в полевом дневнике (пикетажке) содержит следующую информацию: 1) дата маршрута; 2) номер маршрута (наименование учебного маршрута); 3) цель маршрута (краткое изложение конкретной геологической цели маршрута: изучение разреза, конкретного интрузивного тела, уточнение геологического строения какого-либо участка, поиск полезных ископаемых, отбор проб, сбор ископаемых остатков флоры или фауны и т. д.); 4) общая привязка маршрута на местности, на картах (топографических, геологических) и аэрофотоснимках (с указанием конкретных географических пунктов – рек, ручьев, водоразделов и т. д., по которым должен пройти маршрут); 6) описание маршрута; 7) выводы по маршруту.

Прибыв на исходную точку первого маршрута преподаватель подробно знакомит студентов с требованиями к привязке точек наблюдения с использованием географических особенностей данной местности, геологических и топографических карт, координат GPS; правилами ведения полевого дневника; с методами и приемами отбора геологических проб, их маркировки и упаковки; приемами работы с горным компасом по определению азимутов направлений и элементов залегания; методикой ведения записей в полевом дневнике в точках наблюдения и по ходу маршрута. Проинформировав сту-

дентов, руководитель практики совместно с бригадирами распределяет обязанности между членами каждой бригады. За студентами закрепляются обязанности: привязка точек наблюдения и нанесение маршрута на карту маршрута; ведение записей в полевом дневнике; отбор, упаковка и транспортировка образцов; определение элементов залегания горных пород и различных геологических границ; зарисовка и фотодокументация элементов обнажений (контакты, складки, разрывы и т. д.), а также наблюдение проявлений и результатов геологических процессов, как современных, так и прошлых эпох.

Наблюдения и описание маршрутов выполняется как в *точках наблюдения,* так и непрерывно и по ходу маршрута. Точками наблюдения являются места, наиболее важные и интересные для геологических наблюдений (обычно это коренные естественные или искусственные обнажения).

Каждой точке наблюдения (т. н.) присваивается уникальный номер (если в партии, отряде или бригаде несколько исполнителей, за каждым из них заранее закрепляются номера точек наблюдения, не повторяющиеся на данной территории работ). При прохождении практики учебным бригадам рекомендуется в качестве номера т.н. указывать номер маршрута и порядковый номер точки наблюдения, например 4/23, либо (что предпочтительнее) порядковый номер точки наблюдения, используя сквозную их нумерацию по всем маршрутам. К данным номерам привязываются все номера отобранных в точке и по пути от нее образцов и других проб. Номер т.н. проставляется в середине строки или с абзацного отступа. Рядом с номером указывается географическая привязка т. н. – точные координаты (если используется GPS), и обязательно – азимут и расстояние от характерных ориентиров (устье реки, ручья, высота на водоразделе и т. д.), а также расстояние и азимут от предыдущей т.н. маршрута. Словесная географическая привязка должна отвечать принципу –от общего к частному.

Чтобы точно ориентироваться и определить местоположение описываемого объекта, необходимо постоянно прослеживать свой путь по карте и компасу (либо GPS). При привязке точки своего местоположения карту необходимо предварительно сориентировать по странам света. Для этого надо приложить горный компас длинной стороной к рамке карты (рис. 2) и вращать карту вместе с компасом до тех пор, пока северный конец карты и северный конец магнитной стрелки не совместятся с севером лимба компаса. Сориентировав карту, следует закрепить ее и найти основные ориентиры вблизи точки наблюдения на местности – изгибы русла рек, устья ручьев, овраги, обрывы, скалы (а также капитальные инженерные сооружения: триангуляционные пункты, развилки автомобильных дорог, высоковольтные линии электропередач и т. д.), опознав их на карте.

Местоположение обнажения может также устанавливаться способом засечек, когда по компасу определяют минимум три азимута на какие-либо хорошо опознаваемые ориентиры, например, на вершины гор, скалы, указанные на карте, устья рек и ручьев, а также на капитальные инженерные сооружения – мосты, гидростанции, заводские трубы, ЛЭП и т. д.

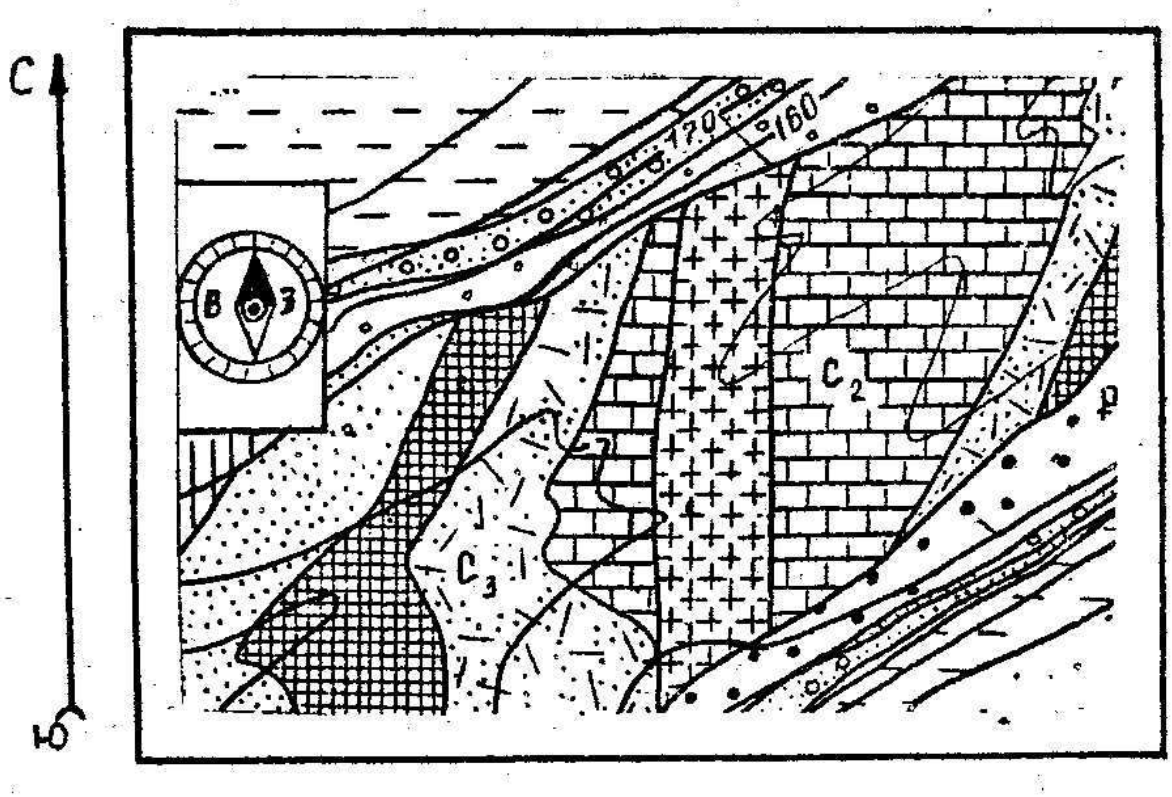


Рис. 2. Схема ориентирования геологической карты

Чтобы определить азимут, например, на вершину какой-либо горы, необходимо направить компас северным концом (линией север-юг, параллельной длинной стороне компаса) на данную вершину и взять отсчет по северному концу магнитной стрелки на большом лимбе компаса. Проводя линии в направлении азимутов, устанавливают местоположение т. н., которая будет располагаться в точке пересечения этих линий.

После ориентирования и привязки обнажения (или начальной точки наблюдения) необходимо уточнить и записать местонахождение обнажения (береговая часть реки, юго-западный склон, восточная стенка карьера), а также указать тип обнажения (обрывистый склон, скальный выход, каменная осыпь, береговой уступ, борт оврага, искусственное обнажение – придорожная выемка либо горная выработка). Дальнейшая работа на обнажении осуществляется в следующем порядке. Выполняются: его осмотр; определение размеров по высоте и длине и, если это возможно, азимута простирания обнажения; устанавливается приуроченность к определенной части стратиграфического разреза (свита) или интрузивного тела, контакту осадочных, вулканических или интрузивных тел, разрывным нарушениям, а также характер взаимоотношений различных пород; выполняются отбор образцов, замеры элементов залегания, зарисовка и (или) фотографирование. Завершается эта работа общим описанием обнажения.

Горный компас служит не только для ориентирования на местности, но и для определения элементов залегания пластов горных пород и других геологических границ (рис. 3). Устройство компаса, правила работы с ним и возможности выполнять им различные измерения, в том числе магнитных и

истинных азимутов рассматриваются на лабораторных занятиях по курсу «Общая геология».

Горный компас состоит из следующих частей (рис. 3 *а*): 1 – основание прямоугольной или квадратной формы; 2 – круглая коробка с лимбом; 3 – магнитная стрелка, насаженная на острие в центре лимба; 4 – отвес (клинометр); 5 – покровное стекло; 6 – уровень; 7 – кнопка клинометра и 8 – фиксатор магнитной стрелки. Лимб разделен на 360°, причем в горном компасе, в отличие от туристического, градусы нанесены в обратном направлении (против часовой стрелки).

Градуировка лимба произведена через 1°, а цифры на нем нанесены через 10°. На лимбе буквами обозначены стороны света: против 0°– С (N), против 90° – В (E), против 180° – Ю (S), против 270° – З (W). Следовательно, восток и запад в горном компасе тоже оказываются расположенными не так, как в действительности. Это не ошибка. Градуировка лимба против часовой стрелки (и соответственная перестановка сторон света) сделана для ускорения и существенного упрощения замеров.

В полевых условиях, во время геологических экскурсий, каждый студент должен практически научиться определять элементы залегания геологических поверхностей – азимуты падения, простирания и угол падения (рис. 3 *б*).

У горизонтально залегающих пластов никаких замеров не производится (ведь пласт никуда не «падает» и линию его простирания можно провести в любом направлении). У вертикально залегающих пластов горных пород можно замерить только азимут простирания, т. к. он в обе стороны наклонен одинаково – под углом 90° к горизонтальной поверхности. Для измерения азимута простирания нужно приложить горный компас длинной стороной (если основание компаса квадратное, то стороной, параллельной линии С-Ю на лимбе) к линии простирания (рис. 3 *б*). Необходимо следить за тем, чтобы лимб компаса располагался строго горизонтально (по уровню – пузырек должен быть на середине). Затем надо отпустить фиксатор стрелки (чтобы стрелка компаса свободно вращалась) и по одному из концов магнитной стрелки (в данном случае совершенно не имеет значения – по южному или северному) снять и записать отсчет. Например, отсчет по северному концу стрелки оказался равным 75°, а по южному 255°. Значит, азимут простирания пласта можно записать как 75°СВ или как 255° ЮЗ (обычно принято записывать азимуты простирания в северных румбах).

Элементами залегания наклонных пластов являются азимут простирания, азимут падения и угол падения (см. рис. 3 *б*). Очень важно отметить, что азимут (направление) падения всегда строго перпендикулярен азимуту (направлению) простирания. Для точного определения азимута и угла падения нужно выбрать более или менее ровную площадку на плоскости напластования одного из пластов в обнажении. После этого определить положение линии простирания наклонного пласта достаточно просто. Нужно приложить компас длинной стороной к пласту, привести его в строго горизонтальное положение (пузырек воздуха – в центре уровня).

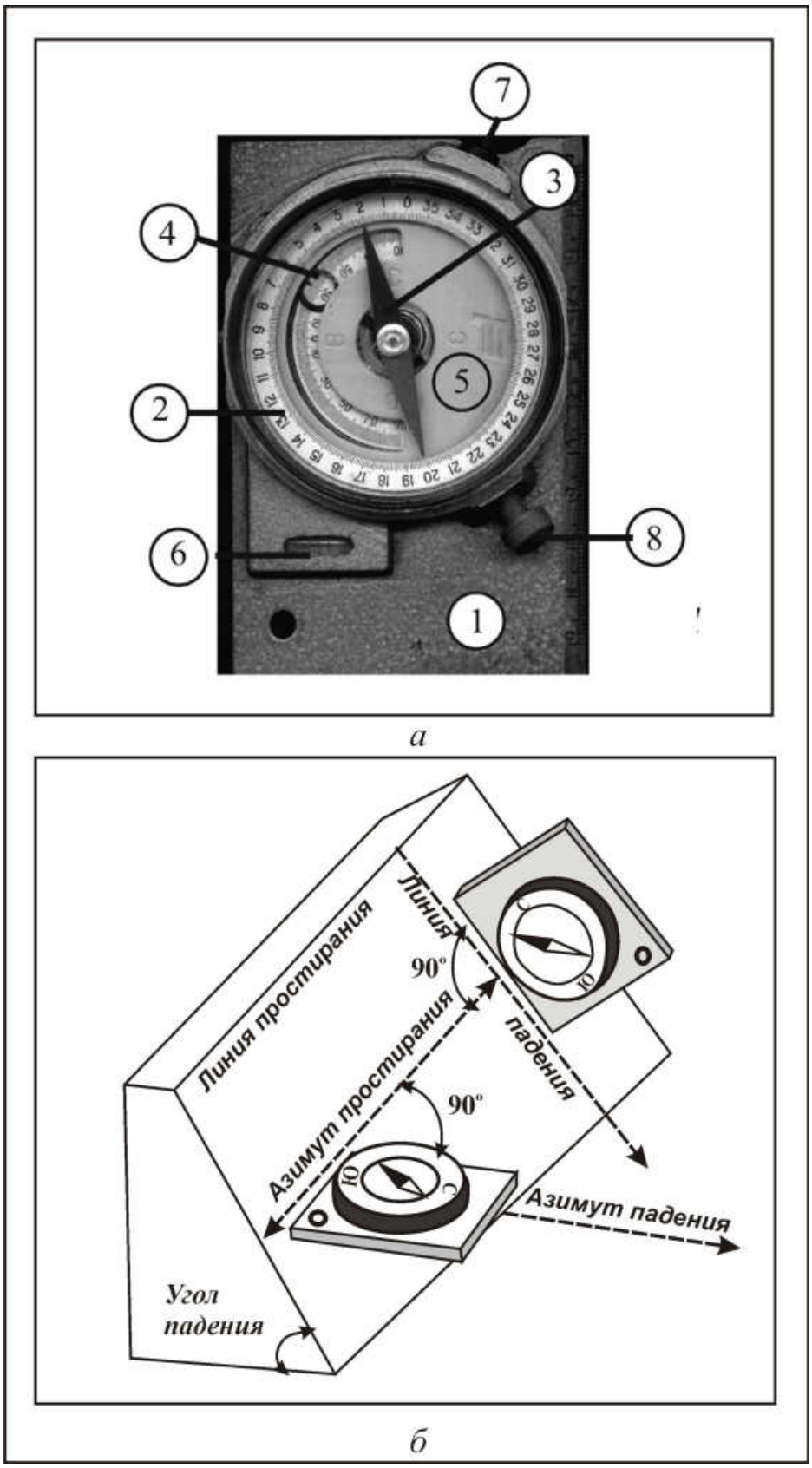


Рис. 3. Устройство горного компаса и определение элементов залегания горных пород: *а* – горный компас: 1 – основание; 2 – лимб; 3 – магнитная стрелка; 4 – клинометр; 5 – покровное стекло; 6 – уровень; 7 – кнопка клинометра; 8 – фиксатор магнитной стрелки: *б* – измерение элементов залегания пласта горных пород

Если теперь провести линию вдоль длинной стороны компаса – это и будет линия простирания (линия пересечения пласта с горизонтальной плоскостью). Если провести по поверхности напластования перпендикуляр к линии простирания – получится линия падения (см. рис. 3 *б*). Можно поступить и несколько иначе. Чтобы точно определить направление падения, можно налить на поверхность напластования немного жидкости (хотя бы воды из фляжки), которая, стекая точно вниз, как бы «нарисует» линию падения. Перпендикулярно к ней можно карандашом (углем, мелом) провести линию простирания. Для измерения азимута падения (т. е. направления падения) компас следует приложить в строго горизонтальном положении (проконтролировать по уровню) к линии простирания короткой стороной основания. При этом очень важно, чтобы север С на лимбе всегда был направлен в сторону падения пласта, т. е. в том направлении, в котором пласт погружается! Снять и записать отсчет по северному (и только северному!) концу магнитной стрелки. Если пласт горных пород имеет наклонное залегание, то достаточно измерить азимут и угол его падения, а азимут простирания в случае необходимости легко вычислить, если прибавить или отнять от азимута падения 90° (вспомните, что азимут падения всегда строго перпендикулярен к азимуту простирания). Например, азимут падения оказался равным 45° СВ. Тогда азимут простирания данного пласта можно легко вычислить: 135° ЮВ (45°+90°) или 315° СЗ ($45^o–90^o+360^o$). Начинающим можно порекомендовать (особенно в первое время) все же каждый раз замерять не только азимут падения, но и азимут простирания, чтобы проконтролировать правильность производимых замеров, убедившись, что разница между измеренными азимутами падения и простирания действительно составляет 90°. Записать при этом достаточно только азимут падения. Чтобы определить *угол падения* пласта (т. е. его угол с горизонтальной плоскостью или угол наклона), необходимо с помощью фиксатора неподвижно зафиксировать магнитную стрелку компаса (чтобы не повредить острие, на которое насажена стрелка), затем поставить компас на ребро (стороной со шкалой клинометра-угломера вниз) и приложить к линии падения. Нажав, а потом, плавно отпустив кнопку клинометра, определяют величину угла падения, например, 30°. Углы падения составляют при пологом залегании пласта – менее 20°, при среднем наклоне – от 20° до 50° и при крутом залегании – более 50°.

Замеры элементов залегания следует начинать с определения на исследуемой поверхности (слоя, контакта, трещины) линий простирания, падения и последующего измерения их азимутов, а также угла падения. Необходимо помнить, что линия простирания данной плоскости – это любая горизонтальная линия лежащая в ней. Все данные о замерах элементов залегания в полевом дневнике выделяются из текста отдельной строкой и подчеркиваются.

На геологической карте и карте фактического материала направления падения показываются специальными условными знаками (для отображения горизонтального, вертикального и наклонного залегания пластов горных пород). Эти знаки приведены на рис. 4. В случае наклонного залегания пород направление более длинного штриха соответствует направлению линии про-

стирания, а короткий штрих (перпендикулярный длинному) направлен по азимуту падения. Рядом со знаком цифрами подписывается угол падения (рис. 4 *а*). Если залегание пород опрокинутое – на конце короткого штриха изображается стрелка, а на его противоположном конце небольшая дуга, соединяющая короткий штрих с более длинным (рис. 4 *б*).

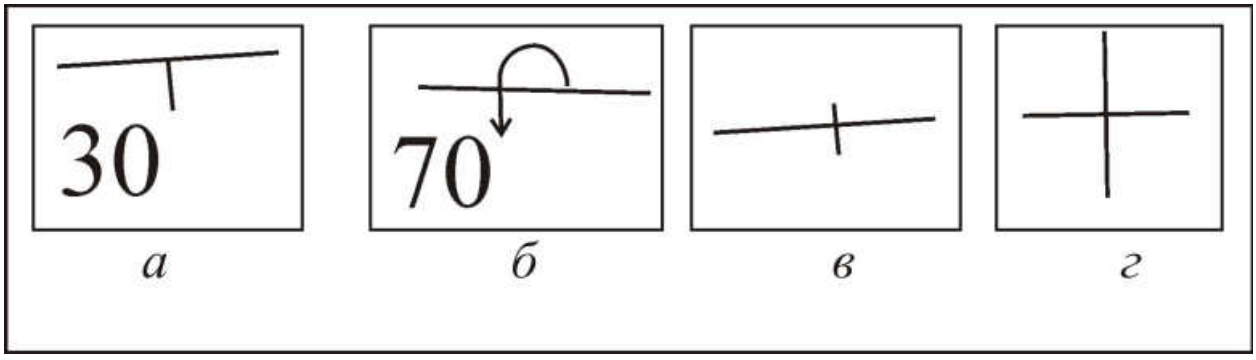


Рис. 4. Элементы залегания горных пород: *а* – наклонное; *б* – опрокинутое; *в* – вертикальное; *г* – горизонтальное

Описание маршрута производится *непрерывно* поинтервально с указанием азимута хода (в градусах) и интервала наблюдений (в метрах), например: «маршрут продолжается вниз по склону по аз. 25°. По ходу маршрута: 0 – 250 м – (названия и элементы залегания пород), 250 – 300 м – задерновано, далее маршрут продолжается вниз по долине ручья по аз 90°, 300 – 550м – также задерновано…».

При описании маршрута придерживаются принципа «что вижу, то и пишу». Это значит, что дневник на его правых страницах ведется только во время прохождения маршрута. Все остальные записи, вносимые в послемаршрутное время, делаются на левых страницах.

При записи цифровых данных необходимо указывать либо одно значение, либо два (минимальное и максимальное), избегая неточных записей типа: «около 1 м», «не менее 5 %», «от 1 см и более» и т. д.

Отбор образцов и проб является важной составляющей геологической работы в маршруте. Необходимо стремиться отбирать образцы стандартных размеров – 9х6х3 см, имеющие не менее трех свежих сколов. В обязательном порядке отбираются образцы типичных пород, которые могут быть дополнены образцами различных разновидностей. Кроме образца в маршрутах могут отбираться сколки для изготовления петрографических шлифов и пробы для аналитических исследований. Номер образца должен соответствовать номеру т.н. и иметь дополнительное порядковое значение в случае отбора нескольких образцов на одном обнажении. Он наносится маркером на поверхность образца либо на наклеенный на образец кусочек лейкопластыря в месте, гарантирующем его сохранность и не портящем внешний вид образца.

Каждый отобранный образец или проба сопровождаются этикеткой (размером примерно 6х9 см), в которой шариковой ручкой или простым карандашом указываются название организации (полевая партия, номер брига-

ды), номер образца или пробы, полевое название породы, вид анализа или цель отбора (образец – «обр.», сколок для изготовления шлифа – «шл.», проба на силикатный анализ – «сил. ан.», проба на спектральный анализ – «спектр.» и т. д.), фамилия и инициалы отбравшего данный образец или пробу, год отбора. Этикетка складывается вчетверо (текстом внутрь) и заворачивается в уголок оберточной бумаги, в которую аккуратно упаковывается каждый образец или помещается в пробный мешочек. Номер образца дублируется на бумаге, в которую завернут образец, или на пробном мешке. Данные о номерах и характере отобранных образцов и проб обязательно указываются на левой странице дневника и подчеркиваются.

Порядок описания различных геологических образований должен соответствовать приведенным ниже правилам.

Описание стратифицированных образований

Осадочные, вулканогенно-осадочные, эффузивные и стратифицированные метаморфизованные породы должны описываться снизу вверх (от древних к молодым) в следующем порядке:

1. Полевое название породы.
2. Мощность слоя, пласта, потока.
3. Характер границ слоя, элементы залегания.
4. Цвет породы на свежем сколе и выветрелой поверхности.
5. Текстура и структура.
6. Характер чередования пород по вертикали и латерали (ритмичность, мощность элементарного ритма, ритмопачки).
7. Тип слоистости или ее отсутствие, мощность отдельных слоев, прослоев и слойков, характер отдельности.
8. При наличии биогермных построек, соляных куполов и других особых форм залегания осадочных горных пород указывается их форма, размеры, ориентировка, состав.

Для каждой разновидности пород, впервые встреченной в маршруте, приводится подробное описание по следующей схеме:

1) степень литификации;

2) зернистость, размеры и форма зерен (обломков), их минеральный состав, степень окатанности, содержание (в % от объема породы);

3) сортировка, ориентировка по отношению к поверхности напластования, - следы течения (элементы залегания флюидальности, ориентировка фенокристаллов и обломков), деформированность;

4) пористость (пустоты выщелачивания) и характер их заполнения;

5) цемент, тип выполнения, содержание (в % от объема породы), состав;

6) карбонатность, железистость, наличие органического вещества (в том числе, битума, следов нефти и т. д), прожилков;

7) необычный запах, его интенсивность;

8) наличие и состав конкреций, стяжений, минеральных включений;

9) органические остатки (флора, фауна, детрит), их распределение, сохранность, внешний облик.

Для рыхлых (четвертичных) отложений дополнительно указываются влажность, плотность и степень разложения торфов;

Для вулканических пород дополнительно указываются: состав, форма и размеры фенокристаллов, их количество и характер распределения в породе, степень раскристаллизации и цвет основной массы, а также включения (ксенолиты, обломки), их состав, размеры, форма, количество, степень оплавленности или окатанности, распределение в породе; процессы вторичных изменений и их интенсивность;

Для метаморфизованных пород дополнительно приводится характеристика метаморфических преобразований.

Порядок описания интрузивных пород

1) полевое название породы;
2) цвет породы на свежем сколе и выветрелой поверхности;
3) текстура и структура;
4) минеральный состав;
5) элементы залегания полосчатости или планпараллельности (если присутствуют) и чем они обусловлены;
6) включения (ксенолиты, шлиры, стяжения), их форма, размеры, количество, ориентировка в пространстве;
7) характер границ петрографических разновидностей;
8) характер контактов, ширина эндо- и экзоконтактовых зон, контактово-термальный метаморфизм и метасоматоз;
9) процессы вторичных изменений, их характер и интенсивность.

Порядок описания метаморфических пород

1) полевое название породы;
2) цвет породы на свежем сколе и выветрелой поверхности;
3) текстура и структура;
4) минеральный состав, форма и размеры зерен;
5) сланцеватость, кливаж, их элементы залегания, соотношение кливажа с полосчатостью;
6) фация метаморфизма;
7) при возможности – название предполагаемой первичной породы;
8) признаки явлений ультраметаморфизма (мигматизация, гранитизация, и т. д.).

Для контактово-метасоматических пород дополнительно должны быть охарактеризованы метасоматическая зональность и интенсивность преобразований. Для динамометаморфизованных пород (милонитов, бластомилонитов, катаклазитов, тектонических брекчий) указываются: степень механической дезинтеграции пород; тип и характер цемента.

При последующих наблюдениях в маршруте аналогичных пород или их ассоциаций делаются ссылки на номер т. н., где приведено их подробное описание и указываются только конкретные признаки отличий пород от ранее описанных.

Порядок описания проявлений полезных ископаемых

1) название полезного ископаемого, количество, цвет, размеры и форма зерен (агрегатов) полезных минералов, процессы их изменения;

2) форма и размеры рудных тел (зон минерализации);

3) пространственная ориентировка минерализованных зон или рудных тел, их геологическая приуроченность;

4) характеристика сопутствующих минералов.

Для монокристаллов (оптический кварц, флюорит, исландский шпат), а также драгоценных и полудрагоценных камней дополнительно указываются данные о размерах, форме, интенсивности окраски, степени прозрачности, трещиноватости, наличии и характере включений, свилеватости (для монокристаллов).

При описании тектонических структур в первую очередь указывается ее характер – пликативный, дизъюнктивный, либо инъективный.

Порядок описания пликативных структур

1) название структуры;

2) морфология складки (форма, размах крыльев, углы падения, степень ассиметричности, ундуляции шарнира складки и т. д.);

3) характеристика синскладчатых дислокаций (кливаж, будинаж, рассланцевание);

4) простирание системы складок;

5) соотношения складчатых структур разного масштаба (микроскладчатость, плойчатость и т. д.).

Порядок описания дизъюнктивных структур

1) название структуры (сброс, взброс, надвиг, сдвиг и т. д.);

2) морфология разрывного нарушения;

3) элементы залегания сместителя;

4) относительное положение блоков по разные стороны нарушения;

5) брекчирование, рассланцевание, милонитизация, катаклаз и т.д. в зоне разрывного нарушения;

6) трещиноватость, сопровождающая нарушение (ориентировка трещин, среднее расстояние между трещинами);

7) при возможности – амплитуду перемещения (результирующую, горизонтальную, вертикальную, стратиграфическую).

Порядок описания инъективных структур (протрузии, трубки взрыва, соляные диапиры и др.)

1) название структуры (например, Слизневская протрузия);
2) тип инъективной структуры (протрузия, трубка, купол и т.д.);
3) параметры (площадь, мощность, протяженность);
4) характер контактов (форма, элементы залегания, соотношения с вмещающими породами);
5) связь с региональными дизъюнктивными и пликативными структурами.

В конце каждого маршрута указывается пройденное расстояние (в м), а также количество отобранных образцов и проб на различные виды анализа. В конце описания маршрута ставится подпись исполнителя и число.

После каждого маршрута (или группы однотипных маршрутов в пределах конкретного участка) обязательно помещаются *выводы***,** в которых кратко характеризуются наблюдавшиеся в ходе маршрута геологические объекты, важнейшие обнажения, характер взаимоотношений различных пород, заключение об их установленной или предполагаемой возрастной последовательности и принадлежности к определённым подразделениям легенды, тектонические нарушения, признаки полезных ископаемых со ссылками на точки наблюдения.

1.4. МЕТОДИКА ВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Первичная геологическая документация, составляемая в полевых условиях – полевой дневник (пикетажка), карта полевых наблюдений, реестр образцов, проб и иные материалы, является важной отчетной геологической документацией. Она подвергается проверке при приеме полевых материалов, а полевые дневники сдаются в архив организации, выполняющей данные исследования.

Наиболее важным документом является *полевой дневник*. Его форма, структура, содержание, правила ведения приведены ниже.

На обложке дневника указываются:
1. Номер дневника.
2. Фамилия, имя, отчество исполнителя либо список бригады.
3. Номера точек наблюдения.
4. Год проведения работ.

На титульном листе полевого дневника указываются:
1. Номенклатура планшета.
2. Фамилия, имя, отчество исследователя (исследователей).
3. Начат (число, месяц, год).
4. Окончен (число, месяц, год).
5. С т. н. (точки наблюдения) №_____ по т. н. №_____.

Примечание: в случае нахождения просьба вернуть по адресу_____

_____ (адрес организации).

Полевой дневник должен содержать оглавление и список сокращений и условных обозначений, употребляемых в дневнике.

Оглавление оформляется в форме таблицы:

№ маршрута	Дата	№№ точек наблюдения		Протяженность (км)	Стр.
		С т. н.	По т. н.		

Все страницы дневника должны иметь сквозную нумерацию.

Все записи делаются на правых страницах дневников. Левые страницы оставляются для зарисовок и дополнения записей, а также для данных об отборе проб, образцов (обр.) и сколков для изготовления шлифов (шл.).

Маршрутная геологическая карта (карта фактического материала)

В процессе ведения геологического маршрута составляется маршрутная геологическая карта, на которой отражаются первичные данные полевых исследований. Вся основная информация наносится на топографическую карту в процессе ведения маршрута в карандаше; окончательно каждый очередной фрагмент карты оформляется в лагере после завершения маршрута. Карта составляется на топографической основе, масштаб которой должен быть вдвое крупнее, чем масштаб проводимой съёмки. На маршрутной карте показываются:

1. Линии маршрутов (пунктиром).

2. Точки привязки наблюдения, с дифференциацией по характеру обнажённости: точки на коренных выходах – чёрный кружок со сплошной заливкой; на элювии – кружок, залитый наполовину (с правой стороны); на перемещённых обломках (на склонах) – кружок без заливки; на рыхлых отложениях и задернованных участках – точка. При этом обязательно нумеруются начальная и конечная точки маршрута и наиболее характерные точки по ходу (обычно – точки в местах наиболее резких поворотов хода), так, чтобы намера всех промежуточных точек можно было определить уже исходя из этого.

3. Вещественный состав горных пород в литолого-петрографических условных знаках показывается вдоль линии маршрута, в пределах интервалов, где эти породы наблюдались и в соответствии с их залеганием, с учётом положения границ слоёв в рельефе. Задернованные интервалы остаются «пустыми».

4. Наблюдавшиеся геологические границы и разрывные нарушения.

5. Границы, разрывные нарушения, маркирующие горизонты, прослеженные на основе дешифрирования дистанционных материалов (аэро- и космоснимков) или по геофизическим данным.

6. Элементы залегания слоистости, прототектоники в интрузиях, контактов, разрывных нарушений.

Особо выделяются все прямые и косвенные признаки полезных ископаемых.

Если на карту нанесены данные по двум или более смежным маршрутам, геологические границы и разрывные нарушения, а также маркирующие горизонты протягиваются на карте между линиями маршрутов методом интерполяции с учётом соотношения между залеганием этих элементов карты и рельефом местности.

Реестр образцов является обязательным документом, составляемым исполнителями во время камеральных работ. В реестре обязательно указываются порядковый и полевой номер образца или пробы, полевое определение горной породы или минерала, приводится точная привязка (расстояние от точки наблюдения, а при детальном описании разрезов – номер слоя), привязка к определенной свите (подсвите), толще или магматическому (метаморфическому) комплексу, цель отбора (эталонная коллекция, химический, спектральный или другие виды анализа, изготовление петрографических или палеонтологических шлифов, палеонтологические определения, спорово-пыльцевой анализ и т.д.)

Для участников учебных геологических экскурсий мы рекомендуем составлять реестр в виде таблицы следующего вида:

№ п/п	Наименование маршрута	№ обр.	Наименование	Свита, комплекс	Место отбора
1	«Голубая горка»	1/1а	Серпентинит	Акшепский комплекс (σRF_3a)	Вершина Голубой горки

В конце каждого маршрута вносятся дополнения в реестр отобранных образцов и проб.

1.5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ИТОГОВОГО ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ

В процессе прохождения учебных маршрутов студенты должны овладеть основными приемами геологических работ: привязкой точек наблюдения с использованием топографических карт, горного компаса, систем глобального позиционирования; описанием обнажений, пород, минералов, их зарисовкой; измерением с помощью горного компаса элементов залегания страфицированных (слоистых) пород и пространственного положения геологических границ и тектонических нарушений; отбором и маркировкой образцов и иных геологических проб, а также работой с геологическими картами.

Результаты геологической практики должны быть отражены в отчете. Необходимо учитывать тот факт, что по сложившейся традиции отчет составляется коллективно – бригадой, а защита его осуществляется индивидуально.

Материал отчета излагается по общепринятому для геологических отчетов плану, включающему следующие разделы:

Введение.

1. Физико-географический очерк, геоморфология и орогидрография.
2. Стратиграфия.
3. Магматизм.
4. Тектоническое строение.
5. История геологическая развития.
6. Полезные ископаемые.

Заключение.

Литература и другие информационные источники

Во «Введении» должны быть изложены цели и задачи практики и методы, которые предполагают их решение.

Глава «Физико-географический очерк, геоморфология и орогидрография» предусматривает описание территории практики, природных и климатических условий данной местности, включает в себя описание различных форм рельефа, речной сети с характеристикой строения речных долин и террас, а также результатов проявления различных современных геологических и техногенных процессов.

Глава «Стратиграфия» должна содержать описание состава выделенных на данной территории стратиграфических таксонов (серий и свит), их неоднородность; характер взаимоотношений с выше- и нижележащими стратиграфическими подразделениями; обоснование возраста и характеристику палеонтологических остатков. Стратиграфическое описание осуществляется в соответствии с международной и местной стратиграфическими шкалами с выделением эратем, систем, отделов, ярусов, свит, от древних подразделений к молодым.

В главе «Магматизм» приводится описание интрузивных образований, разделенных на магматические комплексы, в той же последовательности – от древних к молодым. Описывают местоположение, состав и форму интрузивных тел, прототектонику твердой и жидкой фаз. Обосновывают их возраст и указывают число фаз. Приводят данные о фациях, закономерностях их пространственной локализации, взаимоотношениях, а также характере контактовых изменений на границах интрузивных тел и вмещающих пород.

В главе «Тектоническое строение» должна быть дана характеристика структурных этажей и ярусов, отвечающих складчатым и платформенным режимам. В каждом из этих подразделений излагаются сведения о разнопорядковых, от региональных к локальным, складчатых и разрывных дислокациях.

В главе «История геологического развития» дается полная характеристика всех геологических событий, происходивших на данной территории, от самых древних до современных, включающая историю режимов осадконакопления, проявлений магматизма, тектонических движений и рудообразования.

Глава «Полезные ископаемые» содержит сведения обо всех видах полезных ископаемых – рудных и нерудных. Она включает в себя информацию о ценной минерализации, рудопроявлениях, месторождениях – отработанных, законсервированных, действующих. Важна информация об истории отработки проявлений и месторождений полезных ископаемых и дальнейших горно-промышленных перспективах района учебных практик.

Заключение подводит итог полевой геологической практики. Здесь в общем виде излагаются результаты выполнения задач и целей, стоящих перед участниками практики. Она должна подводить главные итоги практики, в том числе отражать достоинства и недостатки ее проведения с точки зрения учащихся.

Источником материалов для составления итогового отчета являются литературные данные – методические материалы, геологические отчеты, публикации различных исследователей и полевые наблюдения, проводившиеся студентами в процессе прохождения геологической практики. Здесь очень важны собственные наблюдения во время полевых работ. Наиболее ценным и интересным будет тот отчет, который разумно сочетает опубликованные материалы с личными наблюдениями, привязанными к конкретным точкам и участкам района учебных практик. Неотъемлемой частью отчета являются иллюстрации – фотографии, геологические разрезы, зарисовки, колонки стратиграфических разрезов.

К итоговому отчету в обязательном порядке прилагается первичная геологическая документация: полевой дневник, реестр образцов, фрагменты геологических (топографических) карт с вынесенными маршрутами и точками наблюдений, коллекция горных пород и минералов, собранная в геологических маршрутах.

2. УЧЕБНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ

2.1. МАРШРУТ «ГОЛУБАЯ ГОРКА»

Целью маршрута является ознакомление с интенсивно серпентинизированными ультраосновными породами условно позднерифейского акшепского комплекса альпинотипных гипербазитов (σRF_3a), а также с терригенными породами тюбильской свиты (Vtb).

Маршрут начинается на северо-западной окраине пос. Базаиха (нижняя часть склона г. Вышка) и заканчивается на вершине «Голубой Горки» (рис. 5).

В этом маршруте студенты имеют возможность познакомиться с терригенными осадочными породами широко распространенной в районе г. Красноярска тюбильской свиты венда, а также образованиями позднерифейского акшепского комплекса альпинотипных гипербазитов, слагающими сравнительно крупную Базаихскую протрузию (площадь – 5 кв. км) и ряд более мелких линзовидных тел в районе «Голубой горки» и нижней части склона г. Вышка (рис. 6). Линейно-вытянутые линзовидные тела комплекса, сложенные преимущественно интенсивно серпентинизированными гипербазитами, приурочены к зоне крупного глубинного разлома СВ простирания. Здесь можно наблюдать различные ультраосновные (дуниты, перидотиты) и основные (пироксениты) породы, в той или иной степени подвергшиеся процессам серпентинизации. Серпентиниты, поглотив при своем образовании значительное количество воды, приобретают заметно больший объем (на 30 %) и новые механические свойства, которых не было у тех пород (перидотитов, дунитов и пироксенитов), за счет которых они возникли. Это прежде всего способность к пластическим деформациям. Под давлением они могут в твердом состоянии выжиматься в трещины, скользить по другим породам, рассланцовываться и т. д. Кроме того, удельный вес серпентинитов существенно меньше удельного веса исходных ультраосновных и основных пород. Именно этими свойствами объясняется приуроченность серпентинитов к крупным разломам в земной коре, где они образуют удлиненные тела с тектоническими границами (протрузии), протягивающиеся на десятки километров.

В маршруте можно наблюдать дизъюнктивные и пликативные дислокации различного масштаба. Породы тюбильской свиты и акшепского комплекса здесь нередко интенсивно тектонически расланцованы, в них наблюдаются многочисленные фрагменты «зеркал скольжения» и «борозды скольжения», зоны кливажа, катаклаза и милонитизации. От подножия г. Вышка хорошо видно, что «Голубая Горка» названа так не случайно, т. к. продукты выветривания серпентинитов действительно имеют голубоватый цвет.

Рис. 5. Схема маршрутов по р. Базаиха

Линии маршрутов: 1 – «Голубая горка», 2 – «Сиенитовый карьер», 3 – «Мраморный карьер» (Составил Г. В. Миронюк)

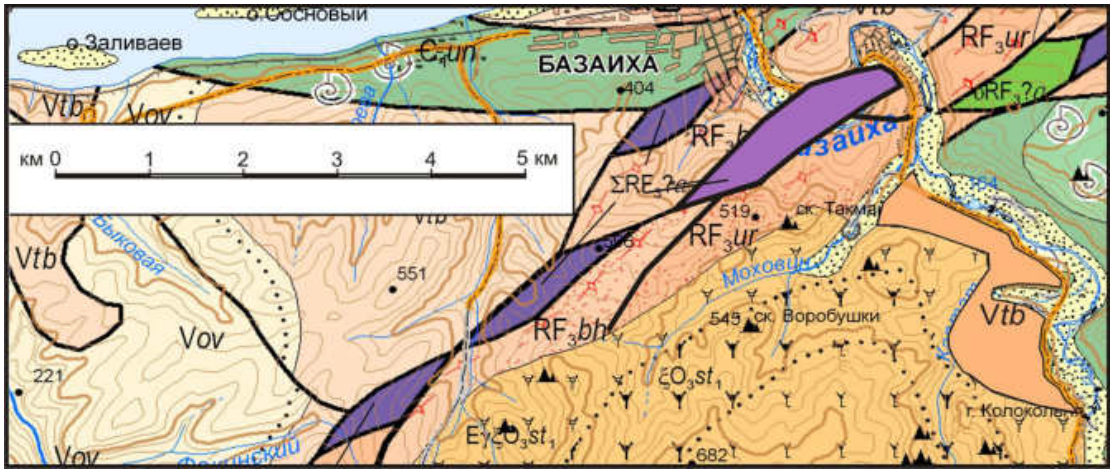


Рис. 6. Геологическая карта района нижнего течения р. Базаиха.

Условные обозначения см. в прил. 2

Кроме того, на данном участке можно наблюдать и современные геологические процессы как природные (склоновые – в районе г. Вышка и «Голубой Горки», эрозионные и аккумулятивные – в долине р. Базаиха, процессы физического и химического выветривания горных пород), так и связанные с техногенным воздействием на природную среду (образование промоин и оврагов на склоне г. Вышка вдоль дорог и тропинок, активизация осыпных процессов на участках склонов, лишенных растительности и т. д.).

До начала маршрута можно добраться городскими автобусами 30 и 37. Маршрут начинается на правом берегу р. Базаихи в 1,5 км выше ее устья (на северо-западной окраине пос. Базаиха) (см. рис. 5). Прямо у дороги находится крупное искусственное скальное обнажение, протяженностью около 70 м и высотой 15 – 17 м, вскрывающее породы тюбильской свиты (рис. 7). Азимут на скалу Такмак – 167°. Породы свиты представлены темно-серыми разнозернистыми песчаниками и алевролитами со слоистой текстурой. Преобладающими являются среднезернистые темные зеленовато-серые граувакковые песчаники, которые по трещинам рассекаются тонкими прожилками кальцита. В центральной части обнажения и вблизи его северо-западного окончания отмечены темно-серые глинистые сланцы с тонкоплитчатой отдельностью.

Структура песчаников псаммитовая (рис. 8), текстура сланцеватая, что обусловлено ориентированным расположением чешуек обломочного мусковита.

Обломки представлены кварцем (20 – 25 %), плагиоклазом (5 %), мусковитом (3 – 5%), биотитом (1 %) и рудными минералами (1 %). Базальный цемент состоит из кальцита (50 – 55 %) и хлорита.

Кварц представлен остроугольными либо слегка окатанными обломками размером 0,2 – 0,5 мм.

Плагиоклазы (альбит и олигоклаз) представлены различными по составу окатанными обломками размерами 0,1 – 0,7 мм.

Мусковит наблюдается в виде листочков длиной до 0,5 – 0,7 мм. Они погружены в цемент и ориентированы субпараллельно, придавая породе сланцеватый облик. При уплотнении породы листочки искривлялись.

Биотит обнаружен в виде единичных листочков размером 0,1 – 0,2 мм. В породе они также субпараллельно ориентированы. При микроскопическом исследовании наблюдается их отчетливый плеохроизм от красновато-коричневого до светло-коричневого цвета.

Рудные минералы, практически нацело замещенные гидроокислами железа, представлены мелкими обломками (0,1 – 0,2 мм). Тонкодисперсное органическое вещество, скапливающееся в участках развития хлорита, придает породам более темный оттенок.

Зерна кварца и других минералов корродируются карбонатным цементом и огибаются листочками слюдистых минералов.

Рис. 7. Скальное обнажение песчано-глинистой толщи тюбильской свиты у северо-западного окончания пос. Базаиха

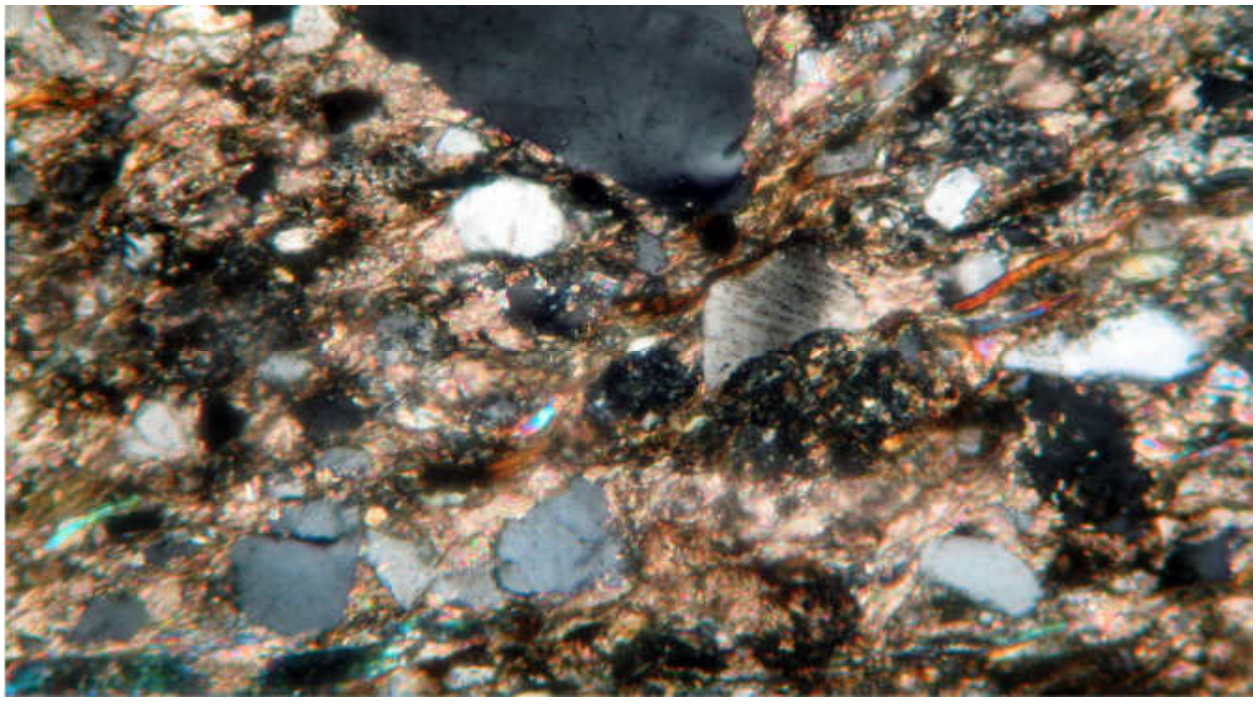


Рис. 9. Полимиктовый песчаник тюбильской свиты с карбонатным цементом (шлиф, николи скрещены)

Хлорит вместе с кальцитом входит в состав базального цемента и в виде отдельных листочков равномерно распределен в породе. Он ориентирован в соответствии с общей сланцеватостью, часто огибает зерна обломочных минералов. Именно присутствие хлорита придает песчаникам отчетливый зеленоватый оттенок.

Кальцит слагает немногочисленные обломки, составляет основу базального цемента, а также выполняет более поздние прожилки.

Все породы сильно дислоцированы. В них широко развиты ориентированные в различных направлениях прожилки кальцита, мощностью от 0,5 мм до 2 – 3 см.

Маршрут продолжается вверх по течению р. Базаихи по обочине автомобильной дороги. В 500 м от предыдущего обнажения в нижней части склона г. Вышка наблюдается коренной выход серпентинитов акшепского комплекса условно позднерифейского возраста (рис. 9). Протяженность обнажения 15 – 20 м при ширине 2 – 3 м и высоте до 2 м.

Состав пород в пределах обнажения неоднородный. Наряду с почти мономинеральными серпентинитами встречаются участки в форме крупных будин (50х70 см) и более мелких линз, в которых массивный серпентинит содержит мелкие реликты бронзита. Порода темно-зеленого (до черного) цвета. Макроскопически кроме серпентина видны реликты бронзита (5 – 10 %) с хорошо проявленной спайностью. Размер его кристаллов 3 – 5 мм. Микроструктура серпентинитов лепидобластовая, участками петельчатая. В шлифе реликтовых минералов не обнаружено (рис. 10). Развит практически один серпентин (90 – 95 %). Он представлен крупными, смятыми листочками размером до 2 мм, размещающимися в тонколистоватой массе. Иногда наблюдается петельчатая, струйчатая ориентировка листочков. Крупные выделения серпентина скручены и разлинзованы. Магнетит (до 3 %) присутствует в виде равномерной, тонкой (0,1 мм) вкрапленности. Часто она ориентирована параллельными друг другу цепочками либо вдоль прожилков серпентина. Вторичные гидроокислы железа развиваются по трещинам либо в виде изометричных выделений.

Наблюдается интенсивное смятие и тектоническая рассланцовка серпентинитов, выражающиеся в появлении многочисленных зеркал скольжения, зон милонитизации и катаклаза. На плоскостях зеркал скольжения серпентин имеет более светлый голубовато-зеленый цвет.

Маршрут продолжается вдоль склона по тропинке (азимут 52º). В 120 м от предыдущего обнажения на склоне наблюдается глубокий (глубина более 1,5 м), узкий овраг, образовавшийсяв результате размыва старой грунтовой дороги, идущей вверх по склону. В 200 м от обнажения серпентинитов наблюдается коренной выход (в виде невысокого гребня) темно-серых песчаников и алевролитов тюбильской свиты, аналогичных наблюдавшимся в начальной точке маршрута. Для них характерно проявление сильного кливажа, не совпадающего со слоистостью пород.

Рис. 9. Коренной выход серпентинитов Слизневского комплекса на субгоризонтальной площадке цокольной террасы р. Базаиха

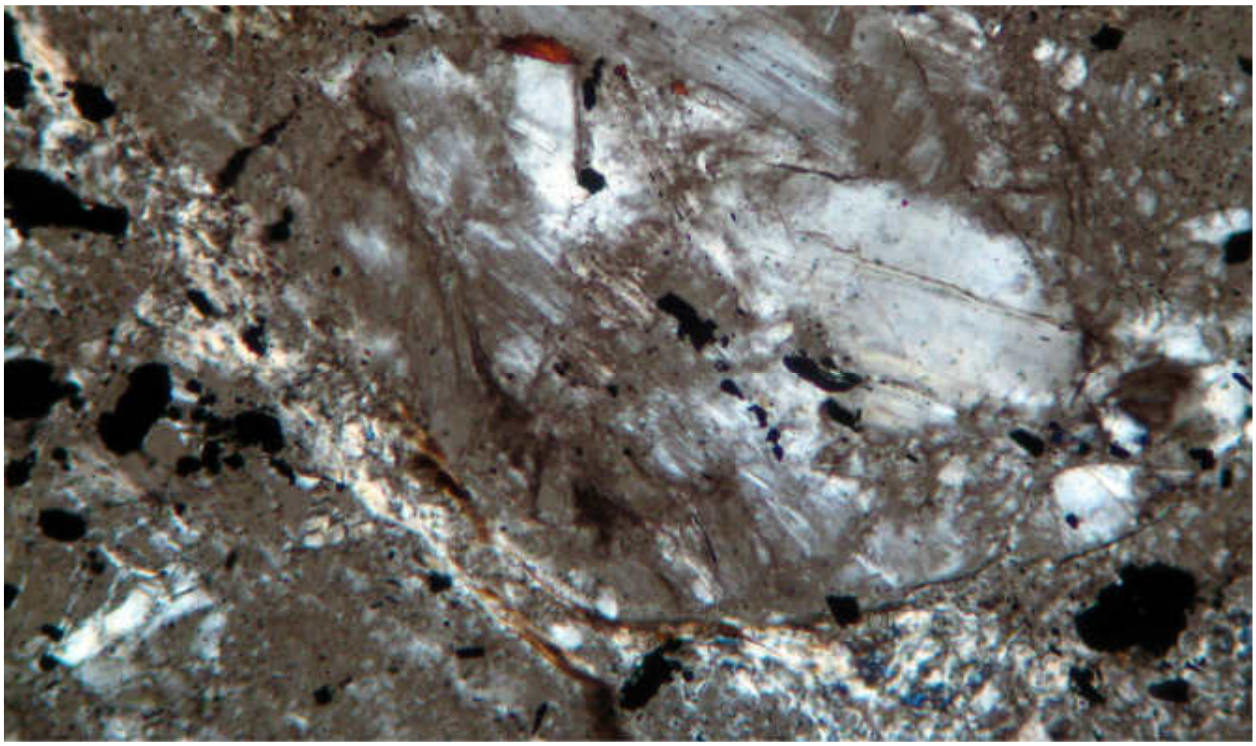


Рис. 10. Гетеролепидобластическая структура серпентинита. В центре –крупная гомоосевая псевдоморфоза серпентина по бронзиту (шлиф, николи скрещены)

От этого обнажения маршрут продолжается по азимуту 105º вниз через дорогу к висячему мостику и далее через р. Базаиху к подножию «Голубой горки» (рис. 11).

«Голубая горка» находится на левом берегу р. Базаиха в пределах охранной зоны государственного природного заповедника «Столбы». Это очень живописное место (рис. 11). Названа она так из-за голубого цвета продуктов выветривания слагающих ее серпентинитов. В геологическом отношении эта территория интересна с точки зрения изучения процессов метасоматоза ультраосновных пород, так как серпентинизация в различной степени затрагивает почти все массивы ультрабазитов.

На «Голубой горке» встречаются серпентиниты разнообразной окраски (от голубовато-зеленой и светло-зеленой до черной). Иногда в них отмечаются прожилки асбеста. В восточной части Голубой горки можно наблюдать тектонический контакт крупной протрузии серпентинитов и ороговикованных темно-серых, иногда неравномерно окрашенных пятнистых песчаников тюбильской свиты. Азимут простирания зоны контакта 250º (рис. 11).

При подъеме вверх по склону на вершину «Голубой горки» наблюдаются развалы глыб голубовато-зеленых, зеленых различных оттенков и черных, жирных на ощупь, серпентинитов, возникших за счет ультраосновных пород акшепского комплекса условно позднерифейского возраста. Интенсивно серпентинизированные ультраосновные породы обнажаются на северном склоне и в районе вершины «Голубой горки», слагая небольшие линейно-вытянутые протрузии. Обнажения простираются с северо-востока на юго-запад полосой шириной около 300 – 400 м на расстояние примерно 1 км. Резко преобладают серпентиниты, имеющие окраску от зеленого и голубовато-зеленого до черного цвета, обладающие порфиробластовой структурой, в которых часто наблюдаются зеркала скольжения. Серпентиниты состоят из антигорита, в центральных частях зерен которого иногда сохраняются реликты ромбического пироксена (энстатита). На отдельных участках встречаются тонкие прожилки поперечно-волокнистого хризотил-асбеста. Из акцессорных минералов отмечены хромит и магнетит.

На вершине «Голубой горки» наблюдается прорыв серпентинитов сравнительно крупной дайкой микрогаббро. Мощность ее 3,5 м, по простиранию она прослежена на 40 м. Азимут простирания 70º. Цвет породы темно-серый с зеленоватым оттенком. Текстура пятнистая, местами миндалекаменная. Структура тонко- и мелкозернистая.

Минеральный состав: главные – плагиоклаз (45 %) и пироксен (45 %); акцессорные – рудные минералы; вторичные: – хлорит (5 %), биотит, актинолит, карбонат.

Под микроскопом структура пойкилоофитовая – в более крупные выделения пироксена погружены лейсты плагиоклазов (рис. 12).

Рис. 11. Вид на «Голубую горку» и пос. Базаиха со склона г. Вышка. Поселок расположен на аккумулятивных террасах р. Базаиха

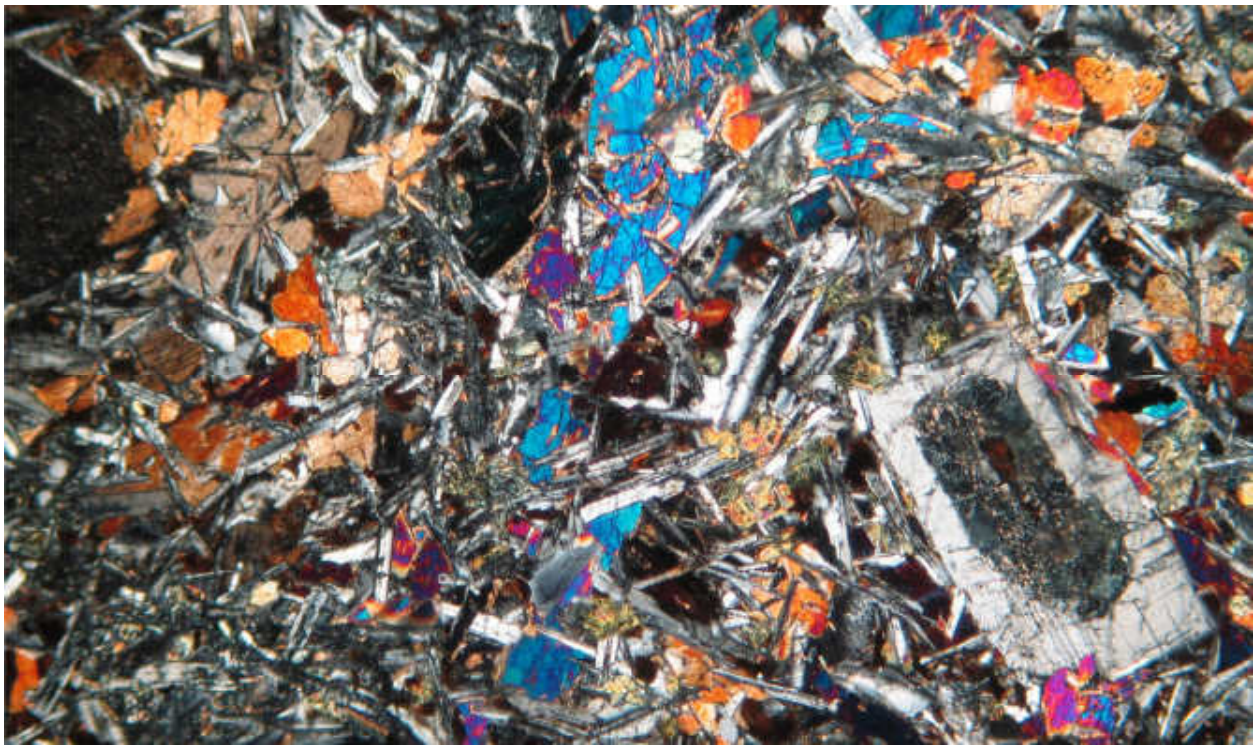


Рис. 12. Микрогаббро с пойкилоофитовой структурой. В правом нижнем углу футляровидный кристалл плагиоклаза (шлиф, николи скрещены)

Плагиоклаз представлен двумя типами: 1) мелкими лейстами (0,5 мм), равномерно распределенными в породе; 2) вкрапленниками более крупного (до 1,3 мм и более) измененного плагиоклаза. Мелкие лейсты более чистые, лишь иногда замещаются соссюритом, хлоритом, карбонатом. Порфировые вкрапленники замещаются хлоритом, серицитом, соссюритом.

Клинопироксен представлен ксеноморфными зернами размером 0,5 – 1 мм до 1,5 мм.

Хлорит – один из главных вторичных минералов. Размер его выделений в интерстициях достигает 0,5 мм. По плагиоклазам развивается мелкочешуйчатый хлорит. В некоторых местах порода рассекается трещинками, выполненными ориентировано расположенными чешуйками хлорита либо серпентином.

Биотит и актинолит встречены в виде мелких и редких вкраплений. Точно так же рассеян в породе мелкий, темно-бурый минерал с высоким рельефом, который можно определить как сидерит.

Рудный минерал непрозрачен и имеет пластинчатую форму. В отраженном свете похож на сульфид. Возможно, это пирротин.

На вершине «Голубой горки» вблизи от описанной дайки наблюдается развал порфировидных мелкозернистых сиенитов в форме крупных валунов (до 50 см). Породы лейкократовые, розового цвета с крупными (до 2,5 см) порфировыми выделениями калиевого полевого шпата. Предположительно они слагают апофизу Столбовской интрузии.

На вершине «Голубой горки» маршрут заканчивается. Отсюда можно спуститься к пос. Базаиха и выйти на конечную остановку автобусов № 30 и № 37.

2.2. МАРШРУТ «СИЕНИТОВЫЙ КАРЬЕР»

Цель маршрута – знакомство с плутоническими магматическими породами различного петрографического состава и возраста – сиенитами и кварцевыми сиенитами Столбовского массива, являющегося петротипом одноименного комплекса ($\xi O_3 st$) и продуктами контактово-термального метаморфизма пород тюбильской свиты ($V tb$) в экзоконтакте данной интрузии, а также габброидами бахтинского (?) комплекса ($\nu RF_3 bh$), слагающими шток на правобережье р. Базаиха (см. рис. 6).

Маршрут начинается в приустьевой части руч. Моховой, продолжается по правому берегу этого ручья до сиенитового карьера, а заканчивается на правом берегу р. Базаиха напротив устья руч. Моховой (см. рис. 5). На данном участке наблюдаются разновозрастные интрузии среднего и основного состава, самые древние из которых представлены штоком габбро позднерифейского бахтинского комплекса. Значительно более молодые сиениты средне-позднеордовикского возраста слагают северо-восточную часть Столбовского массива (см. рис. 6). Столбовский массив представляет собой пластовое тело, по форме приближающееся к лакколиту, площадью около 40 кв. км, кровля которого, по геофизическим данным, полого погружается в СВ на-

правлении под долину р. Базаихи. Массив сложен слабопорфировидными и равномерномелко- и среднезернистыми биотит-роговообманковыми сиенитами и кварцевыми сиенитами первой (главной) фазы (рис. 13). Они слагают все самые известные скалы Красноярских «Столбов». Фаза кристаллизации остаточного расплава представлена маломощными (до 10 – 15 см) дайками и жилами кварцевых микросиенитов и тонкозернистых граносиенитов. На контакте с интрузивными породами Столбовского массива отмечается интенсивное ороговикование вмещающих песчаников и алевролитов тюбильской свиты венда. Именно в этом районе находятся знаменитые скальные группы «Такмак» и «Ермак» – одни из красивейших сиенитовых скал заповедника «Столбы». Скальная группа «Такмак» очень хорошо видна от сиенитового карьера (рис. 14). Жителям Красноярска хорошо известна легенда о «Столбах»:

«Было это в глубокой древности. Жил в Сибири своенравный могучий царь Енисей. На гордо поднятой голове носил он прекрасную ледяную корону Саян.

Много дочерей было у Енисея, но самыми прекрасными и любимыми всегда были Базаиха и Лалетина. Однажды приехал к Енисею богатый князь Такмак со свитой сватать Лалетину. А царь Енисей хотел сначала выдать замуж старшую дочь – Базаиху. Но наотрез отказался князь Такмак от такой невесты – слишком сварливой и капризной слыла она.

Рассердился тогда царь Енисей и, поднявшись во весь свой богатырский рост, сказал: «Коль так – быть тебе, князь Такмак, и всем твоим богатырям каменными столбами. Сделаю я своих дочерей речками, и будете вы стоять около них века вечные». Как сказал – так и свершилось. Но слишком высоко к солнцу поднял свою гордую голову грозный царь. Растаял от солнца его ледяной шлем, а сам он превратился в могучую реку, одну из самых полноводных в России».

На самом же деле история была совсем другой: результаты многолетних геологических исследований территории заповедника «Столбы» позволяют представить, что же произошло сотни миллионов лет назад и дать свой ответ на вопрос: «Как же образовались эти причудливые скалы?». 520 – 600 млн лет назад в венде и раннем кембрии на месте нынешнего г. Красноярска плескалось море, в котором накапливались песок и глина, позднее превратившиеся в песчаники и алевролиты тюбильской свиты. Затем начали строить свои рифы археоциаты – древние организмы, похожие на кубки, скелет которых состоял из углекислого кальция. Так появились известняки торгашинской свиты с остатками водорослей и древнейших скелетных организмов, свидетелей мелководного морского режима. Эти породы обнажены в береговых обрывах р. Базаихи. В конце кембрия – начале ордовика произошли интесивные тектонические движения, кембрийское море уступило место суше – возникла обширная горная страна.

Рис. 13 Мелкозернистые (слева) и среднезернистые (справа) сиениты первой фазы столбовского комплекса

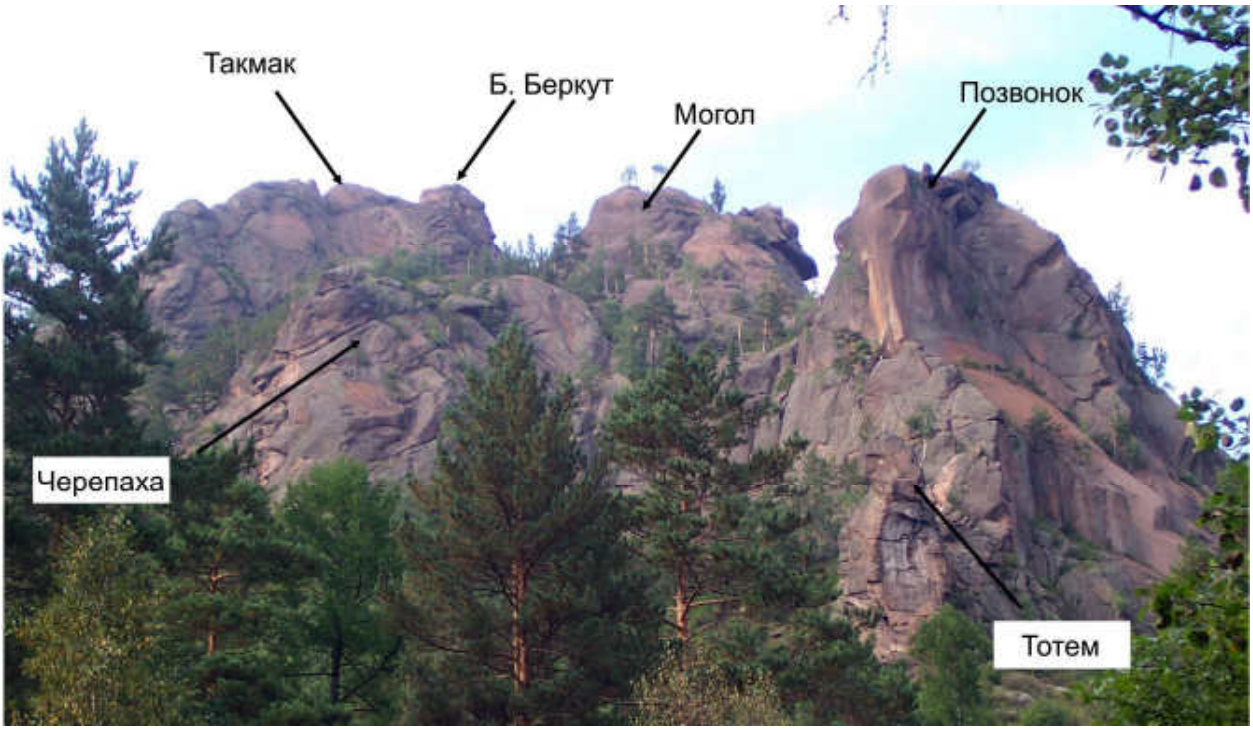


Рис. 14. Скальная группа Такмак. Вид со стороны руч. Мохового

А около 450 млн лет назад в средне-позднеордовикское время в районе, где сейчас находятся г. Красноярск и Дивногорск, начались сильные извержения вулканов. На поверхности из продуктов извержений этих вулканов сформировалась мощная имирская свита трахибазальтов, трахиандезитов, трахитов и их туфов (радиоизотопный возраст этих пород, определенный изохронным рубидий-стронциевым методом – 447±6 млн лет) (Рублев, 1996). На глубине в это время медленно застывал сиенитовый расплав, из которого сформировались массивы столбовского комплекса (Столбовский, Абатакский, Шумихинский, Лиственский и др.). Возраст формирования этих массивов также удалось уточнить с помощью радиоизотопных часов. По данным калий-аргонового и уран-свинцового методов для Столбовского массива он находится в интервале 446 – 452 млн лет (Рублев, 1996; Крук и др., 2002). После затухания вулканической деятельности продолжалось разрушение горной страны и накопление девонских красноцветных толщ песчаников, конгломератов и алевролитов. Постепенно, к концу каменноугольного периода, горные сооружения постепенно разрушились, и территория превратилась в заболоченную равнину с многочисленными озерами. В юрском периоде в этих условиях образовались угленосные формации, в том числе – Канско-Ачинский буроугольный бассейн. В районе заповедника «Столбы» мезозойские бурые угли сохранились в единичных тектонических блоках. Через сотни миллионов лет – в кайнозое начался новый подъем территории нынешнего Восточного Саяна. Начало поднятия оценивается цифрой порядка 30 – 35 млн лет. В течение этого этапа древняя пенепленезированная поверхность, поднятая в районе заповедника до отметок 700 – 900 м над уровнем моря, была «пропилена» и сильно расчленена правыми притоками Енисея (Мана, Базаиха, Б. Слизнева и др.). Осадочные слои, скрывающие Столбовскую интрузию, постепенно разрушились и сиениты оказались на поверхности. Наиболее устойчивые к физическому и химическому выветриванию горные породы - мелко- и среднезернистые сиениты выдерживали все: воду, ветер, солнце, перепады температуры, поэтому постепенно образовали господствующие высоты заповедника: Куйсумский хребет, г. Абатак, Столбинское нагорье. В пределах последнего единый Столбовский массив был расчленен на ряд останцов выветривания – причудливых скал-«столбов».

В маршруте студенты знакомятся с техногенными формами рельефа на примере карьера Моховского месторождения сиенитов, а также с методами открытой разработки пород, широко использовавшихся в качестве облицовочного камня для внешней и внутренней отделки многих зданий г. Красноярска, а также изготовления ступеней лестниц, бордюров и скульптур.

При проведении маршрута следует учитывать, что он проходит в пределах охранной и туристско-экскурсионной зон Государственного заповедника, поэтому во время геологической экскурсии необходимо соблюдать все правила пребывания на территории заповедника – не разрушать скалы, перемещаться только по тропам, не рвать цветы, не собирать ягоды и грибы и т. д. Посещение сиенитового карьера Моховского месторождения сиенитов после

полного прекращения его работы в 2010 г. большими группами студентов возможно только после согласования сроков посещения и численности групп с администрацией заповедника.

Чтобы добраться до начала маршрута, необходимо доехать до конечной остановки (пос. Базаиха) автобусами маршрутов № 30 или 37, а затем пройти по пос. Базаиха еще около 1,5 км вдоль автомобильной дороги вверх по течению р. Базаиха в сторону устья руч. Мохового (см. рис. 5). В районе устья этого ручья необходимо свернуть вправо с асфальтированной дороги на грунтовую и продолжить движение вверх по течению ручья в направлении к бывшему Сиенитовому карьеру.

Начинается маршрут в 250 м от устья руч. Мохового – левого притока р. Базаихи. В правом борту в 700 м от устья этого ручья (азимут на скалу Такмак 243º) в нижней части крутого, сильно заросшего кустарником, склона находится коренной скальный выход роговиков (рис. 15). Породы черного цвета, очень плотные с острыми краями и раковистым изломом. Структура тонкозернистая, текстура массивная, реже полосчатая и пятнистая (рис. 16). Образовались роговики на контакте сиенитов Столбовской интрузии с вмещающими полимиктовыми песчаниками и алевролитами тюбильской свиты в результате перекристаллизации осадочных пород под воздействием высокой температуры (контактово-термальный метаморфизм). В курумах у подножия скального выхода роговиков наблюдаются отдельные обломки с маломощными (до 7 см) прожилками микросиенитов, видимо, слагающих апофизы залегающей здесь на сравнительно небольшой глубине апикальной части Столбовской интрузии.

От обнажения роговиков маршрут продолжается по грунтовой дороге вверх по течению руч. Мохового. На дороге можно увидеть многочисленные суффозионные воронки диаметром до 1 м и глубиной до 20 см.

Через 120 м открывается панорама частично рекультивированного сиенитового карьера (Моховское месторождение) (рис. 17), который располагается у подножия скалы «Ермак» вблизи знаменитой группы скал «Такмак» (см. рис. 14). Размеры карьера примерно 80х20 м. Сиениты Моховского месторождения по своим физико-механическим свойствам отвечают требованиям промышленности и использовались для получения облицовочных плит и бордюрного камня. Месторождение законсервировано как находящееся на территории Красноярского государственного природного заповедника «Столбы». Карьер, активно эксплуатировавшийся вплоть до 2008 г. для получения бордюрного камня и извлечения блоков, пригодных для изготовления скульптур, сейчас частично рекультивирован.

В карьере искусственно вскрыты породы, залегавшие достаточно далеко от дневной поверхности и поэтому почти не затронутые выветриванием. Многочисленные сравнительно крупные (до 2,5 м в поперечнике) извлеченные из карьера, но не вывезенные блоки сиенитов со следами шпуров на боковых поверхностях слагают аккумулятивные техногенные отложения (рис. 18).

Рис. 15. Крупноглыбовые свалы роговиков в нижней части крутого склона в правом борту руч. Моховой

Рис. 16. Черный микрозернистый роговик, руч. Моховой (из коллекции ИГДГиГ СФУ)

Рис. 17. Общий вид карьера Моховского месторождения сиенитов. Снимок сделан в 2007 году, когда здесь еще продолжалась добыча сиенитов

Рис. 18. Техногенные аккумулятивные отложения, состоящие из крупных блоков сиенитов Столбовского массива в районе руч. Моховой

Преобладают среднезернистые слабопорфировидные и равномернос-реднезернистые биотит-роговообманковые и роговообманковые сиениты и кварцевые сиениты первой (главной) фазы серовато-розового и розового цвета, обладающие массивной текстурой (рис. 19). Порфировидные кварцевые сиениты отличаются тем, что в них присутствуют зёрна полевого шпата, размер которых в несколько раз крупнее зерен основной массы. Именно здесь удобнее всего познакомиться с минеральным составом пород столбовского комплекса. В них даже визуально хорошо различаются практически все породообразующие минералы. Они представлены розовым альбитизированным калиевым полевым шпатом, слагающим 70 – 80 % объема породы (именно его окраска определяет розовый цвет всей породы), плагиоклазом (10 – 25 %) и темноцветными минералами (до 15 %) – зелеными призматическими кристаллами роговой обманки и блестящими чешуйками черного биотита. Плагиоклаз в породе распознаётся по серовато-белому цвету (светлые пятнышки на розовом фоне). В небольшом количестве (до 5 – 7 %) встречаются мелкие зерна дымчато-серого кварца, которые имеют жирный блеск. В качестве акцессорных минералов встречаются: апатит (до 1 %), магнетит, сфен, гематит. Как вторичный минерал развит хлорит, который частично замещает первичные темноцветные минералы – биотит и роговую обманку, а также карбонат.

При микроскопическом изучении шлифов установлено, что микроструктура сиенитов и кварцевых сиенитов гипидиоморфнозернистая и криптовая (рис. 20).

Калишпат в породе представлен крупными розовыми кристаллами размером 7 – 10 мм до 15 мм. Большинство кристаллов зональны (рис. 20). Пелитизация резко неравномерна и местами интенсивна. Проявлена интенсивная альбитизация (до 30 % всех кристаллов), особенно по периферии кристаллов (с образованием каймы и оторочек) и проникающая внутрь по трещинам. В некоторых участках можно наблюдать микроклиновую решетку.

Плагиоклаз (25 – 30 %) представлен преимущественно альбитом, развивающимся по калишпату. Наблюдаются редкие выделения неизмененного, полисинтетически сдвойникованного олигоклаза (№ 9 – 12). Он встречается в промежутках между кристаллами калишпата.

Темноцветы представлены крупными ксеноморфными выделениями размерами 5 – 7 мм. В шлифе наблюдаются выделения хлорита буро-зеленого цвета, которые представляют, вероятно, нацело хлоритизированные кристаллы биотита. По ним же развивается карбонат. Кроме этого наблюдаются мелкие (0,2 мм) реликты амфибола, плеохроирующего в коричнево-зеленых тонах.

Кварц в шлифах наблюдается в виде немногочисленных ксеноморфных зерен размером 2 – 4 мм.

Рудные минералы представлены черными, непрозрачными, футляровидными кристаллами. Возможно это титансодержащий минерал. Кроме него есть выделения красно-бурых гидроокислов железа.

Рис. 19. Слабопорфировидный среднезернистый биотит-роговообманковый сиенит первой фазы Столбовского массива

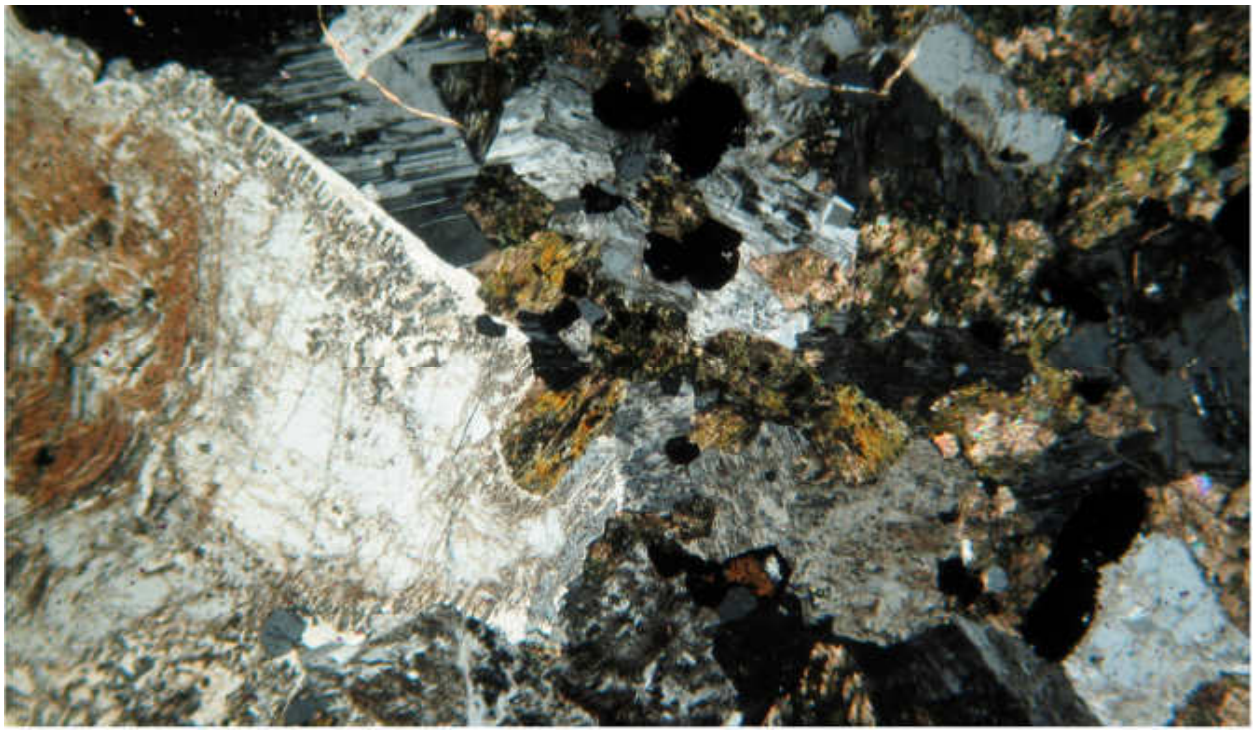


Рис. 20. Криптовая структура сиенита Столбовского массива. Слева зональный кристалл ортоклаза среди мелкозернистого агрегата альбита, ортоклаза и биотита (шлиф, николи скрещены)

Акцессорный апатит присутствует в виде относительно крупных (0,2 – 0,4 мм) изометричных кристаллов, включенных в другие минералы.

Сфен представлен многочисленными, мелкими кристаллами и скоплениями. Часто их можно встретить внутри рудных минералов, имеющих футляровидное строение.

Из вторичных минералов широко развит хлорит. Он тонкочешуйчатый. Выполняет промежутки между кристаллами полевого шпата либо почти нацело замещает темноцветы – биотит и амфибол. Другой вторичный минерал – карбонат развивается совместно с хлоритом.

В среднезернистых слабопорфировидных сиенитах и кварцевых сиенитах главной фазы наблюдаются многочисленные ксенолиты более меланократовых тонко- и мелкозернистых пород, размеры которых колеблются от первых сантиметров до десятков сантиметров (рис. 21). По составу породы, слагающие ксенолиты, соответствуют габбро, диоритам или кварцевым диоритам. Их размеры – несколько сантиметров в диаметре. Ксенолиты при выветривании сравнительно легко выпадают из вмещающих их сиенитов, а на их месте остаются углубления – так называемые "карманы", которые так любят использовать скалолазы при подъёме на скалы заповедника «Столбы».

Породы главной фазы секутся тонкими прожилками тонкозернистых кварцевых сиенитов и граносиенитов розового или розовато-серого цвета, тонкозернистого сложения. Эти прожилки относятся ко второй фазе становления Столбовской интрузии. Они хорошо видны в стенках карьера и некоторых крупных блоках (рис. 22, 23). Эти маломощные дайки и прожилки образовались в результате застывания самых последних порций магматического расплава, которые проникали по трещинам в уже раскристаллизованные породы первой фазы. Закономерностей в ориентировке прожилков не обнаружено.

По трещинам наблюдаются также проявления гидротермальной минерализации, представленной мелкими (5 – 10 мм), идиоморфными кристаллами дымчатого кварца, выделениями флюорита, цвет которого может меняться от бледно-желтого до фиолетового (рис. 24), и тонкой рудной вкрапленностью пирита, а иногда – молибденита (рис. 25).

Именно в сиенитовом карьере лучше всего видны трещины пластовой отдельности. В результате уменьшения объёма интрузии при ее охлаждении образуются три взаимно перпендикулярные системы трещин. Лучше всего проявляются трещины, ориентированные параллельно контакту интрузивного тела, поэтому, замеряя залегание пластовой отдельности, можно сделать вывод о положении и конфигурации контакта. Именно такие трещины пластовой отдельности контракционной природы, параллельные кровле Столбовского массива, лучше всего видны в северной стенке карьера (рис. 26). Здесь эти трещины отдельности выражены очень чётко, к ним в карьере приурочены гигантские «ступени». Главная система трещин полого, под углом 15°, погружается на северо-восток (аз. пад. 15°) под вмещающие породы.

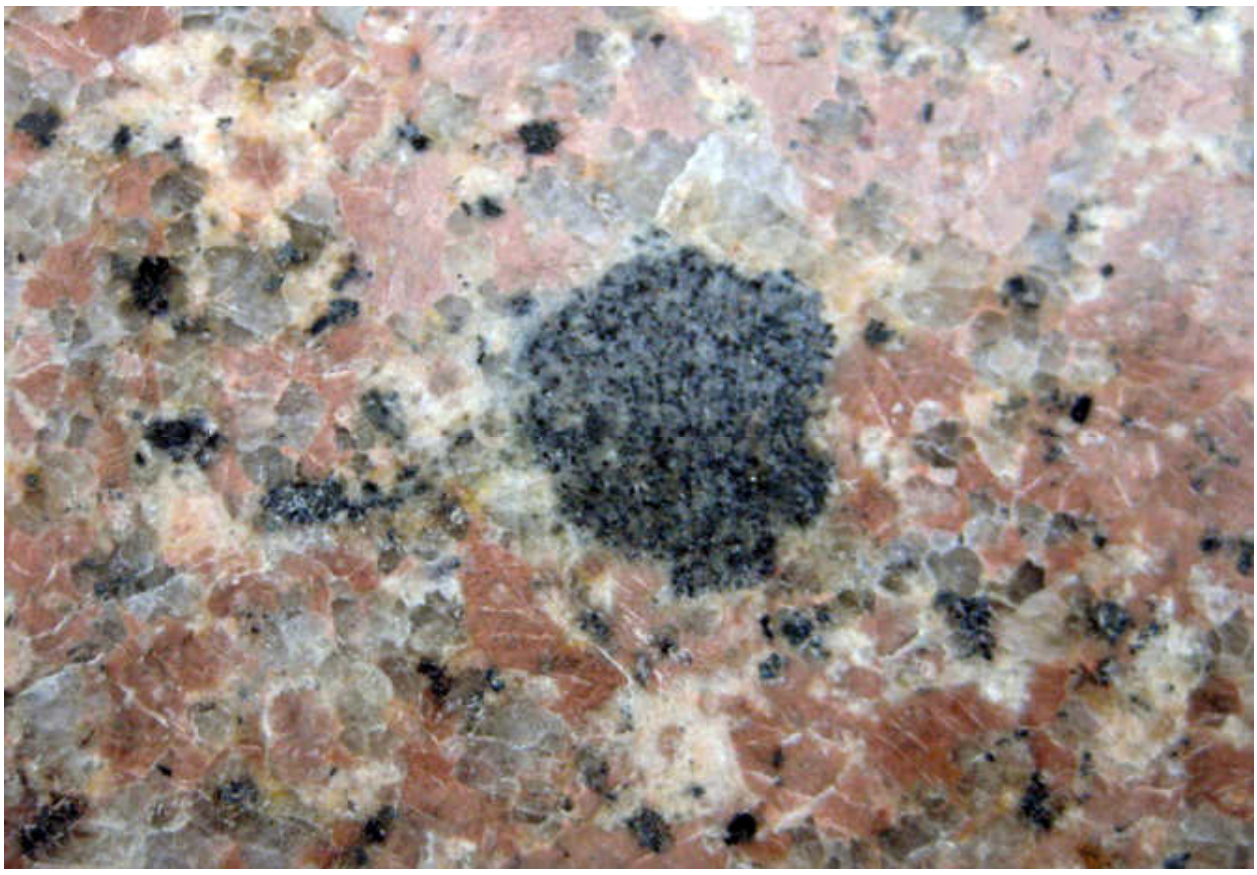


Рис. 21. Ксенолит вмещающих пород в мелкозернистом биотит-роговообманковом кварцевом сиените

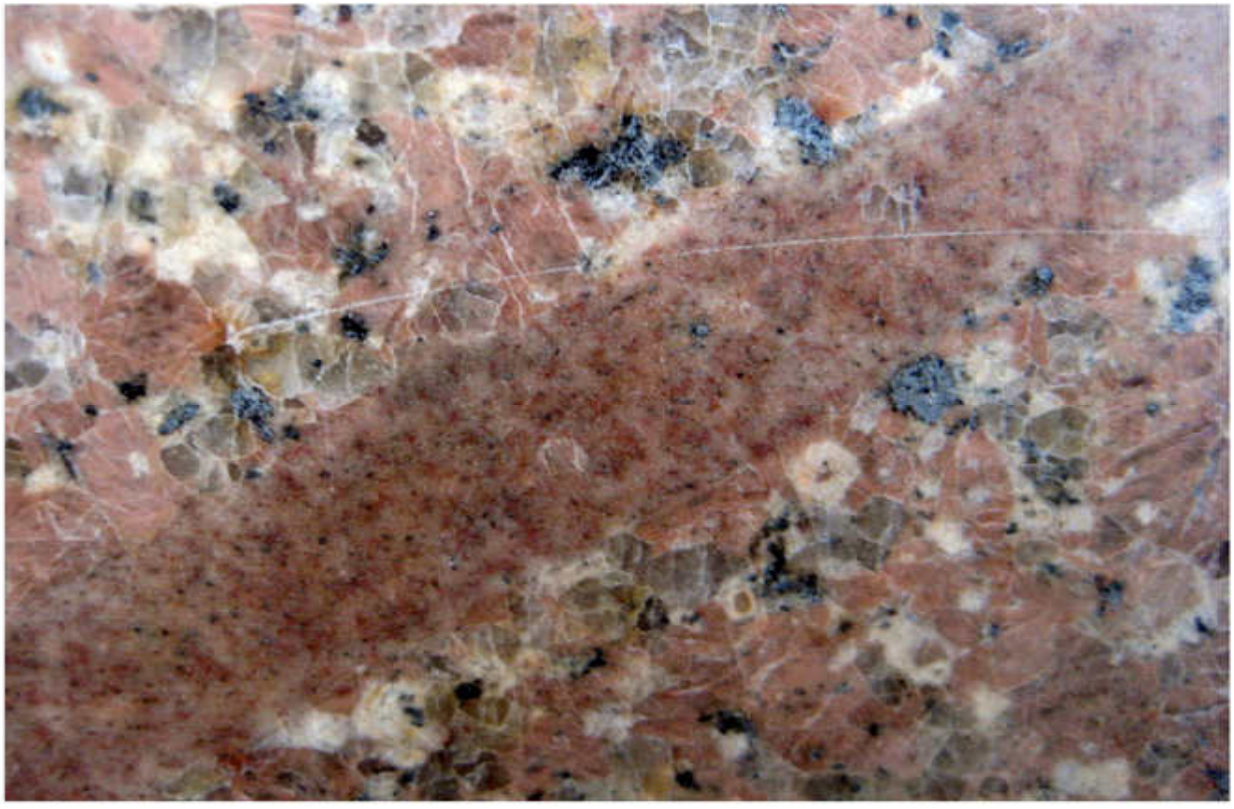


Рис. 22. Маломощная дайка кварцевого микросиенита второй фазы в среднезернистом сиените первой (главной) фазы

Рис. 23. Жила микрограносиенита второй фазы в среднезернистом биотит-роговообманковом сиените первой фазы Столбовского массива

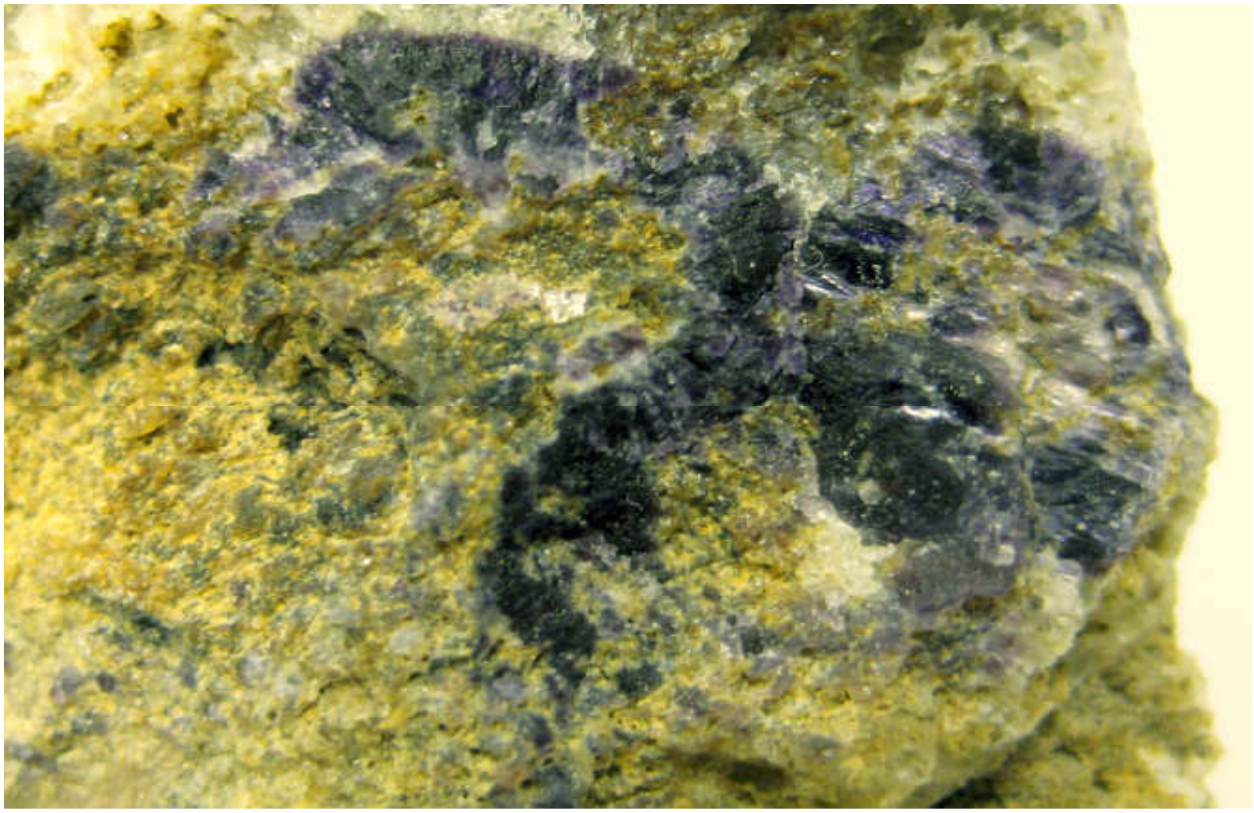


Рис. 24. Гидротермальная жила с фиолетовым флюоритом в сиенитах Столбовского массива

Рис. 25. Вкрапленность молибденита в кварцевом сиените (из коллекции ИГДГиГ СФУ)

Рис. 26. Пластовые трещины контракционной природы в прикровельной части Столбовского сиенитового массива (сиенитовый карьер)

Сочетание трещин пластовой отдельности с вертикальными трещинами, некоторые из которых имеют тектоническую природу, обуславливает появление матрацевидной отдельности в сиенитах.

Наконец, со стороны карьера открывается очень красивый вид на расположенную рядом скальную группу «Такмак» (см. рис. 14). Все скалы этой группы, как и большинство других наиболее известных скал заповедника «Столбы», также сложены мелкозернистыми или среднезернистыми сиенитами и кварцевыми сиенитами главной фазы столбовского комплекса.

От сиенитового карьера маршрут продолжается назад по дороге вниз по течению руч. Мохового к его устью. Ниже устья находится мост через р. Базаиху. В правом ее борту в створе долины руч. Мохового находится последняя точка маршрута – крупное скальное обнажение габброидов предположительно бахтинского комплекса позднего рифея, слагающих достаточно крупный шток (рис. 27). Породы темные зеленовато-черные с мелко- и среднезернистой структурой и массивной текстурой. В отдельных участках наблюдается миндалекаменная текстура, свидетельствующая о сравнительно небольшой глубине формирования интрузии. Участками, очень редко можно встретить вкрапления сульфидов. Микроскопическое изучение шлифов позволяет определить породу как амфиболовое габбро. Микроструктура гипидиоморфнозернистая, пойкилитовая (рис.28). Минеральный состав: главные минералы представлены плагиоклазом – 55 %, амфиболом – 35 – 40 % и авгитом – 5 %; акцессорные – кварцем, апатитом, сфеном; вторичные – биотитом.

Плагиоклаз слагает основную массу породы и образует вкрапленники в амфиболах. Наблюдается более высокий идиоморфизм плагиоклаза по сравнению с темноцветами. Зерна плагиоклаза имеют размеры 0,3 – 0,5 мм до 1 мм. Зерна его изометричны и деформированы. По составу его можно отнести к лабрадору.

Амфибол представлен ксеноморфными выделениями размером 0,4 – 0,6 мм до 2 мм. Обращает внимание обилие в нем пойкилитовых включений кварца, плагиоклаза и пироксена. Амфибол плеохроирует в зеленых тонах и по отношению к пироксену вторичен.

Клинопироксен представлен авгитом. Наблюдается в виде мелких бесцветных изометричных зерен (0,2 – 0,3 мм до 0,5 мм). Размещается он в промежутках между плагиоклазами и замещается по периферии амфиболом.

Кварц и апатит встречается в виде мелких (0,1 мм) изометричных зерен. Первый чаще всего встречается внутри кристаллов амфибола.

Биотит очень редок. Листочки длиной 0,1 – 0,2 мм развиваются по краям амфибола. Плеохроирует он в зеленовато-бурых тонах.

В пределах этого обнажения встречаются обломки светло-серых на свежем сколе и красноватых на выветрелой поверхности тонкозернистых массивных известняков. Они валятся сверху, так как там наблюдаются выходы пород торгашинской свиты раннего кембрия.

Рис. 27. Скальное обнажение мелкозернистого габбро бахтинского комплекса в правом борту р. Базаиха напротив устья руч. Мохового

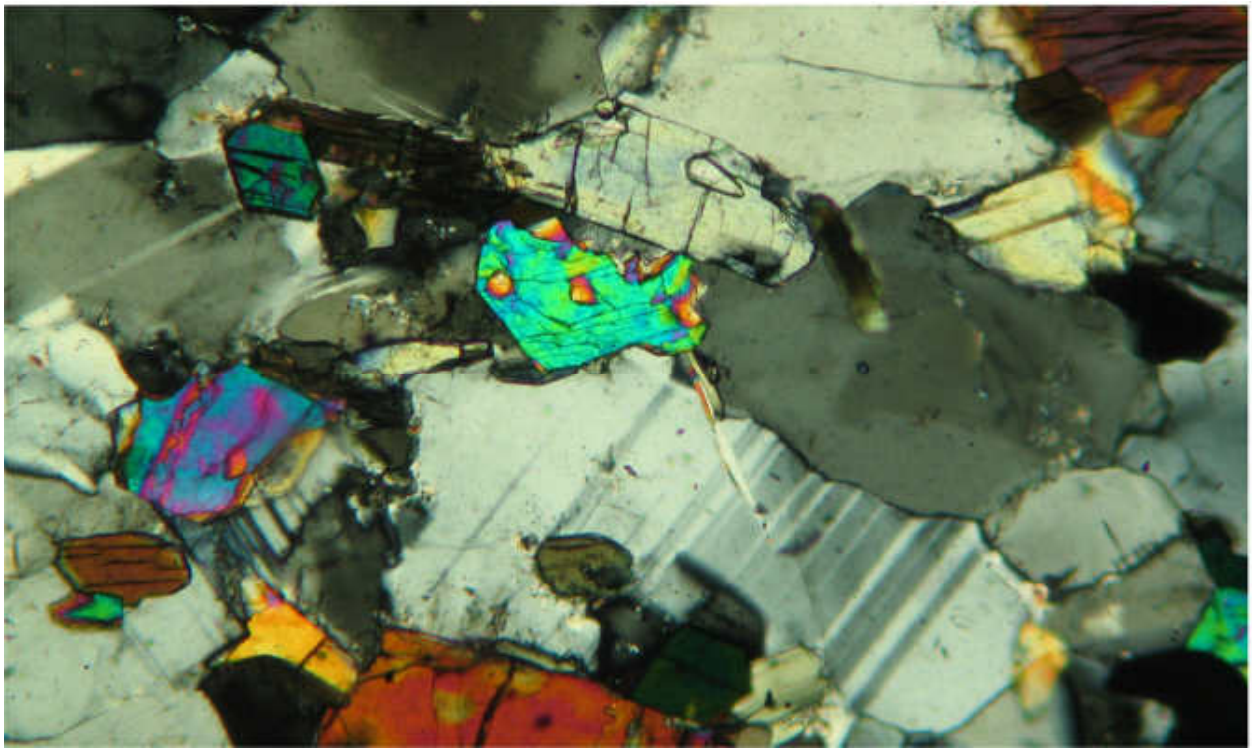


Рис. 28. Аллотриаморфнозернистая структура габбро (шлиф, николи скрещены) (из коллекции ИГДГиГ СФУ)

Микроскопическое изучение такого образца показало, что известняк имеет оолитовое строение. Цвет породы темно-серый, пятнистый. По трещинам развиваются прожилки либо белого кальцита, либо красно-бурых гидроокислов железа. Структура мелкозернистая, текстура пятнистая, прожилковая. Микроструктура неравномернозернистая, участками оолитовая. Текстура стилолитовая. Обломочные зерна кальцита (10 %), кварца (2 – 3 %) и силикатных пород (2 %) заключены в тонкозернистую (0,05 – 0,1 мм) основную массу, сложенную кальцитом, являющимся основным минералом породы. В тонкозернистой основной массе встречаются обособления, сложенные более крупнозернистым агрегатом зерен, размер которых достигает 0,3 – 0,4 мм. В некоторых участках породы встречаются скопления карбонатных оолитов. Центрами их часто являются обломки кварца. Порода рассекается прожилками позднего кальцита.

Кварц представлен неокатанными обломками, размер которых в поперечнике небольшой – 0,1 – 0,3 мм. Вокруг некоторых из них появляются микрозернистые карбонатные каймы, что определяет их оолитовое строение. В определенных прослоях породы можно наблюдать концентрацию обломков кварца, силикатных пород и оолитов. Это свидетельствует о полосчатости породы.

Обломки силикатных пород имеют остроугольную форму. Размер некоторых из них достигает 1 мм. Они сильно изменены и представлены тонкозернистым агрегатом альбита, сдвойникованного плагиоклаза, серицита, хлорита и глинистого вещества. Внутри обломков концентрируется непрозрачное, вероятнее всего, органическое вещество.

Изучением этих пород завершается маршрут «Сиенитовый карьер».

2.3. МАРШРУТ «МРАМОРНЫЙ КАРЬЕР»

Цель маршрута – знакомство с характером залегания пород верхнерифейско-нижнекембрийского складчатого комплекса Красноярского района на примере отложений тюбильской свиты, проявлениями контактового метаморфизма, а также с методикой полевого изучения пликативных и дизъюнктивных нарушений.

Маршрут начинается в устье р. Калтат и проходит вдоль левого борта долины р. Базаиха (вверх по течению), конечной точкой является мраморный карьер. Общая протяженность маршрута около 3,5 км (см. рис. 5). По ходу маршрута наблюдаются отложения тюбильской свиты (V*tb*). Они представлены ритмично переслаивающимися полимиктовыми слюдистыми песчаниками, и алевролитами. По генезису такие отложения являются турбидитами – осадками суспензионных (мутьевых) потоков, накапливающимися в обстановках подводных склонов и их подножий. Здесь они отлагались на прилегающем к материку склоне обширного окраинного моря, существовавшего в центральной части Алтае-Саянской области в венд-кембрийское время.

Породы тюбильской свиты испытали интенсивные дислокации, связанные с салаирской эпохой складчатости, проявившейся в самом конце кем-

брия. Наиболее крупной пликативной структурой является Калтатская синклиналь, в ядре которой породы тюбильской свиты прорваны Столбовской сиенитовой интрузией среднего-позднего ордовика (см. рис. 6). Крылья указанной структуры также сложены породами тюбильской свиты и осложнены мелкими складками более высоких порядков. Простирание оси калтатской синклинали северо-восточное, длина ее 10,5 км, ширина около 8 км. По конфигурации складка близка к брахиформной. В конце маршрута можно наблюдать выходы карбонатных пород, предположительно относящихся к торгашинской свите ($Є_1 tr$), метаморфизованных на контакте с тем же Столбовским массивом и небольшой габброидной интрузией, также предположительно ордовикского возраста.

Начало маршрута находится в левом борту долины р. Калтат в 300 м от устья на пересечении дороги, идущей вдоль р. Базаиха, с р. Калтат. Географические координаты начальной точки 55 ° 56 ' 33 " с.ш. и 92 ° 50 ' 55 " в. д. Объектом наблюдения является скальный выход интенсивно дислоцированных пород тюбильской свиты. Высота обнажения 5 – 7 м, длина до 15 м. Породы представлены полимиктовыми слюдистыми тёмно-серыми песчаниками с тонкими прослоями алевролитов, смятых в многостепенные складки (рис. 29). На сколах по поверхностям напластования хорошо различаются мелкие чешуйки слюды. Слоистость имеет ритмичный характер (рис. 30). Снизу вверх по разрезу обычные песчаники и алевролиты сменяются их известковистыми аналогами. Характерна градационная слоистость, при которой в основании каждого элементарного ритма залегают наиболее грубые разновидности (в данном случае – крупнозернистые песчаники), а выше наблюдается постепенный переход через средне- и мелкозернистые песчаники к алевролитам. Границы же между элементарными ритмами всегда резкие, иногда с поверхностями размыва. Мощности элементарных ритмов колеблются здесь от нескольких сантиметров до полуметра. По всему обнажению развита сеть тонких трещин, выполненных кальцитом. Указанные отложения интенсивно дислоцированы в условиях сжатия с образованием складок разнообразной морфологии: килевидных, сундучных, лежачих, опрокинутых, флексурных и т. д. Отмечается сочетание пликативной тектоники с дизъюнктивной. Элементы залегания висячего крыла крупной антиклинальной складки в центре обнажения: аз. пад. 0 ° ∠ 26 °, лежачего крыла – аз. пад. 11 ° ∠ 85 °.

По соседству с обнажением, в русле р. Калтат, можно наблюдать типичный современный аллювий горной реки. Он представлен хаотичным нагромождением плохо окатанных валунов, сложенных породами, развитыми выше по течению ручья – ороговикованными песчаниками и кварцевыми сиенитами. В западинах между валунами отлагается более мелкий песчаный, гравийный и галечный материал.

Далее маршрут следует вдоль р. Калтат вверх по течению.

Рис. 29. Дислоцированные отложения тюбильской свиты. Скальное обнажение у начала маршрута. Левый борт р. Калтат в 300 м от устья

Рис. 30. Ритмичная слоистость отложений тюбильской свиты. Обнажение в долине руч. Калтат

На расстоянии 200 м наблюдается коренной выход пород тюбильской свиты, аналогичных по своему составу и текстурно-структурным особенностям породам, описанным в предыдущей точке. В данном обнажении хорошо проявлена пликативная и дизъюнктивная тектоника. Породы имеют довольно крутое падение – 30 – 40 °. Среди них согласно залегает дайка габбро-порфиритов выдержанной мощности около 1,5 м. Контакты дайки резкие, тектонические, без видимых признаков экзоконтактового изменения, однако со стороны эндоконтакта наблюдаются зоны закалки. Слагающие её породы представляют собой породы темно-серого цвета, тонкозернистой структуры с порфировыми вкрапленниками плагиоклазов. На некотором удалении от дайки во вмещающих породах наблюдается широкое развитие будинаж-структур. В дислоцированных участках тонкого переслаивания песчаников и алевролитов тюбильской свиты, обладающих различными реологическими свойствами, слойки более грубозернистых, хрупких песчаников разбиты на отдельные фрагменты, «обтекаемые» пластичными (некомпетентными) алевролитами (рис. 31). Будинаж-структуры являются индикаторами условий локального растяжения на фоне режима общего сжатия, при котором сформировалась складчатость.

Рис. 31. Будинаж-структуры в отложениях тюбильской свиты

Далее необходимо вернуться к мосту через р. Калтат и пройти вверх по течению р. Базаихи, по обочине дороги, идущей вдоль левого борта долины реки. По ходу маршрута можно наблюдать надпойменные террасы р. Базаихи, а также различные склоновые отложения. С линии маршрута хорошо просматриваются развитые на противоположном берегу реки эрозионные и аккумулятивные формы рельефа, созданные деятельностью временных водных потоков – сухие лога и конусы выноса. Чётко видны характерные округлые в плане пологие водосборные ниши в верховьях логов и узкие, глубоко врезанные ложбины стока – в нижних. Ниже каждой ложбины стока рас-

положены резко выраженные аккумулятивные возвышения конусов выноса, накладывающиеся на пойму р. Базаихи.

На расстоянии 1 800 м от начальной точки маршрута, справа от дороги, расположена искусственная выемка, вскрывающая сильно выветрелые породы тюбильской свиты. Элементы залегания их – аз. пад. 284 ° ∠ 80 °. Можно наблюдать переход коренных пород в структурный элювий и выше в рыхлые склоновые отложения. Породы представлены обохренными, выветрелыми глинисто-карбонатными алевролитами. Макроскопически порода желтовато-серого цвета тонкозернистой структуры, грубослоистой текстуры. Последняя обусловлена чередованием широких слоев (2,5 – 3,5 см) буровато-желтого и желтовато-серого цвета. Порода выветрелая, окисленная с пятнами гидроокислов железа и дендритами оксидов марганца. По нитевидным трещинам отмечается бурная реакция с HCl.

Под микроскопом выявляется крупноалевритовая структура, размеры зерен – 0,08 – 0,04 редко 0,16 мм, форма угловатая, полуокатанная с нечеткими границами Количество терригенного материала – 55 – 60 %.

Состав: кварц – 40 – 45 %, полевой шпат – 15 – 20 %, глинистое вещество – 20 – 25 %, карбонат – 10 – 15 %.

Кварц, как и все остальные обломки, выглядит несвежим, трещиноват с изъеденными, замещенными карбонатом краями. Иногда наблюдаются регенерационные каемки, обусловленные, видимо, растворением и последующей кристаллизацией. Форма обломков изометричная, вытянутая, иногда наблюдаются кристаллические формы (видны головки кристалла с ромбоэдрическим окончанием).

Полевой шпат имеет чаще таблитчатую форму, зерна корродируются цементом и замещаются титанистыми минералами. Иногда видны простые двойники. Замещение выражено более интенсивно по сравнению с кварцем.

Цемент поровый, участками базальный. По составу глинисто-карбонатный, мелко-микрозернистый. В проходящем свете бурый, темно-бурый, в скрещенных николях участками близкий к изотропному, но среди этой массы выделяются зерна карбоната с высокими цветами интерференции. Карбонат наблюдается в виде агрегативных скоплений, прожилков, включений. По своим оптическим свойствам соответствует кальциту.

Акцессорный минерал представлен сфеном. Зерна конвертообразной слегка окатанной формы, характерен высокий рельеф, буроватый цвет и высокие цвета интерференции. По составу порода соответствует алевролиту с глинисто- карбонатным цементом.

Далее маршрут следует в том же направлении. На расстоянии 200 м от предыдущей точки наблюдается непосредственный контакт кварцевых сиенитов Столбовского комплекса с породами тюбильской свиты (рис. 32). Сиениты розоватой окраски, мелкозернистой структуры, массивной текстуры. При макроскопическом изучении выявляется следующий минеральный состав: калиевый полевой шпат – 60 – 65 %, эпидотизированный плагиоклаз – 20 – 25 %, роговая обманка – 10 – 15 %, кварц – 5 – 10 %.

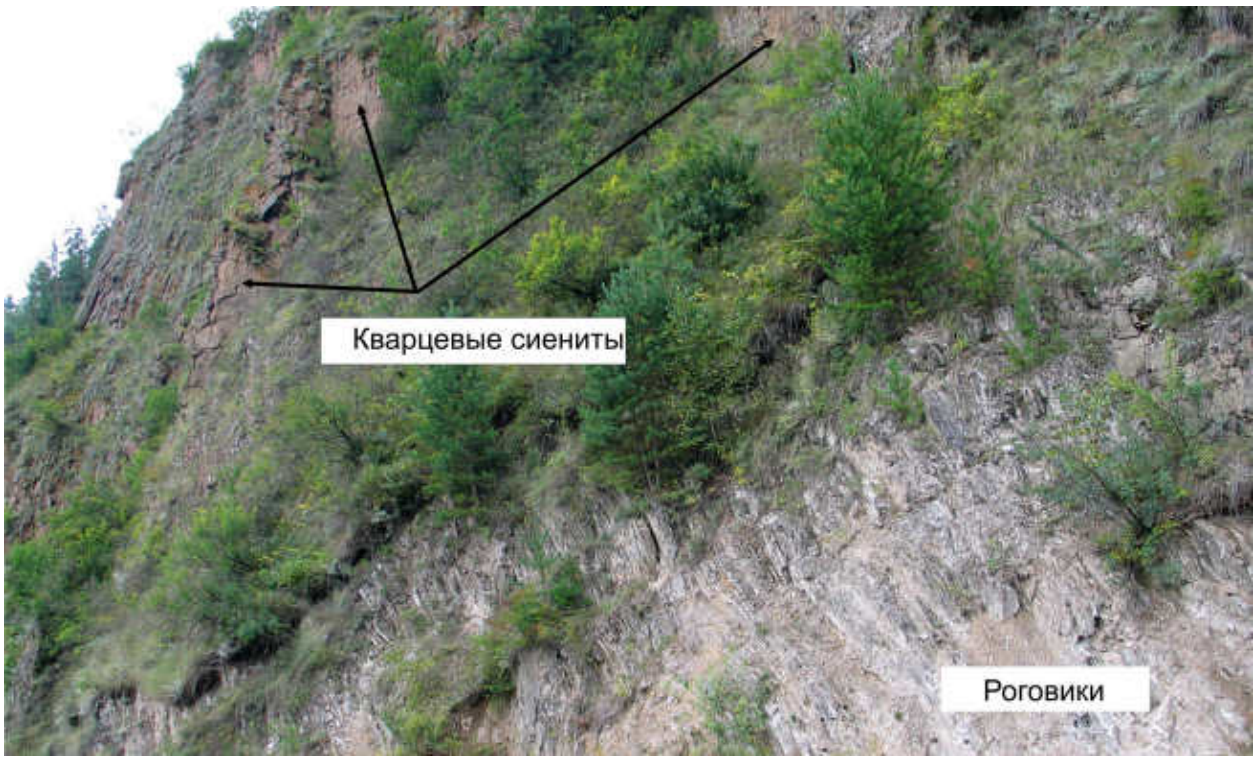


Рис. 32. Контакт тюбильской свиты с кварцевыми сиенитами столбовского комплекса

В эндоконтакте сиениты контаминированы веществом осадочных пород. Хорошо видно, что эндоконтактовые зоны сиенитов преобразованы в плагиоклазиты породы светло-серой окраски, среднезернистой структуры, массивной текстуры. Плагиоклазиты состоят на 90 % из призматического плагиоклаза и на 10 % из биотита. На контакте с интрузивными породами Столбовского массива отмечается ороговикование вмещающих известковистых алевролитов тюбильской свиты.

В роговиках отмечается чередование полос светло-серого и темно-серого цветов шириной от 8 – 10 до 30 – 40 мм. Внутри темных слоев наблюдается более тонкая и менее четкая полосчатость в этой же цветовой гамме. Светлые полосы содержат кальцит, так как отмечается бурная реакция с соляной кислотой.

Под микроскопом хорошо видна полосчатая текстура, обусловленная чередованием полос разного цвета: желтовато-бурых (обогащенных биотитом), зеленоватых (с цоизитом) и серых (существенно кварцевых, кварц-карбонатных). Структура микрозернистая, в полосах обогащенных слюдой – лепидобластовая.

Состав: кварц – 30 – 40 %, биотит – 20 – 25 %, цоизит – 30 – 40 %, кальцит – 10 – 15 %, рудные минералы, хлорит, амфибол – 3 – 5 %.

Кварц в отдельных прослоях при ороговиковании укрупнялся. Он наблюдается в виде скоплений более крупных обломков (0,04 – 0,08 мм), края которых не всегда четкие. Видимо, пелитовый материал в таких прослоях полностью перекристаллизовался. В то же время среди цоизит-биотитовых полос кварц имеет более мелкие размеры 0,015 – 0,03 мм.

Биотит образует листочки размером 0,007×0,022 мм желто-бурого цвета с резким плеохроизмом от коричневого до светло-желтого. Отмечается ориентированное расположение листочков. Ассоциирует он с кварцем и цоизитом. Цоизит наблюдается в виде короткопризматических и изометричных зерен, бесцветных (в массе слабо-зеленоватых) с высоким рельефом. В скрещенных николях цвета серые, редко до желтоватых. Погасание прямое, удлинение отрицательное. Среди цоизита отмечаются тонкорассеянные рудные включения изометричной формы, а также метельчатые выделения хлоритизированного амфибола и цепочечные скопления эпидота. Кальцит встречается в виде прожилков и отдельных гнезд. Форма зерен неправильная.

Далее маршрут продолжается в прежнем направлении вдоль обнажения сиенитов высотой около 40 м. По ходу маршрута наблюдается система дизъюнктивных нарушений в породах Столбовского сиенитового массива. Коренной выход сиенитов «срезается» зоной разлома, которая фиксируется на местности по изменению направления течения р. Базаихи, которая образует излучину и течет вдоль разлома.

Конечной точкой маршрута является неэксплуатирующийся в настоящее время мраморный карьер (рис. 33). Карьер вскрывает интенсивно мраморизованные породы торгашинской свиты ($Є_1 tr$), слагающие опущенный блок клиновидной формы. Амплитуда сброса около 35 м. Известняки торгашинской свиты метаморфизованы на контакте с интрузией основного состава (см. прил. 1). Мраморы и мраморизованные известняки обладают своеобразным обликом и могут использоваться для изготовления мраморной крошки и в качестве облицовочного материала. Макроскопически мрамор белый и серый. Белый мрамор состоит исключительно из кальцита и обладает среднезернистой структурой и массивной текстурой. Под микроскопом у него наблюдается гранобластовая структура с размером зерен 0,5 – 2 мм (рис. 34). Зерна кальцита светлые, прозрачные с хорошо выраженной спайностью, полисинтетически сдвойникованы.

Серый мрамор характеризуется полосчатой текстурой. Под микроскопом порода разнозернистой структуры, с нечетко выраженной полосчатой текстурой. Состав: кальцит – 95 – 97 %, кварц – 1 – 3 %, халцедон– 1 – 2 %, кремнисто-глинистые обломки – 1 %.

Кальцит разнозернистый от микро- до крупнозернистого. Микрозернистые участки, очевидно неперекристаллизованы. После перекристаллизации происходит укрупнение зерен, и форма их становится более четкой полигональной близкой к изометричной, размеры в пределах от 0,01 – 0,1 до 0,4 мм. Крупные зерна прозрачные. В них видны полисинтетические двойники, типичные для кальцита.

Микрозернистый кальцит обычно темный, буроватый за счет массы включений в нем глинисто-углеродистого вещества в дисперсной форме. Кварц отмечен в виде редких обломков неправильной, остроугольной формы при алевритовой крупности и окатанной изометричной формы при песчанистой крупности.

Рис. 33. Мраморный карьер. Конечная точка маршрута

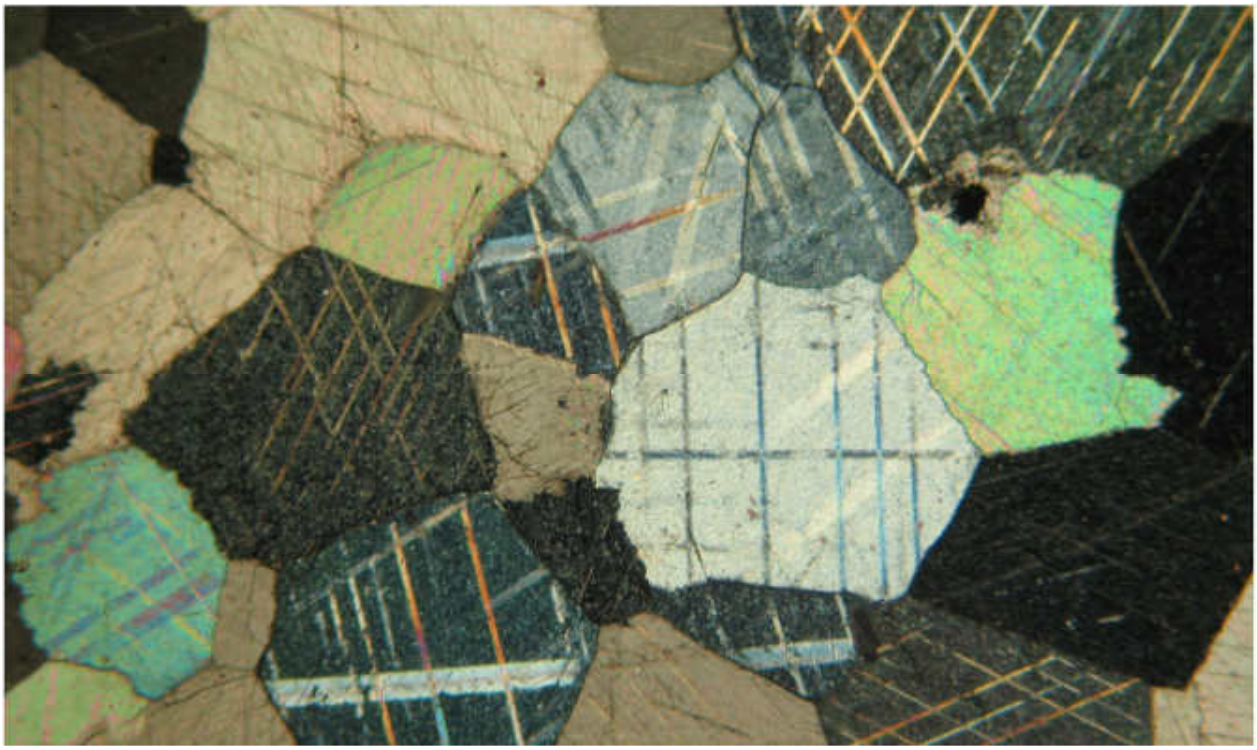


Рис. 34. Гранобластический агрегат кальцита в мраморе (шлиф)

Халцедон отмечается в виде редких вытянутых агрегативных скоплений, в проходящем свете чуть желтоватой окраски. Кремнисто-глинистые обломки редки, в их составе на фоне кремнистого (халцедонового) материала наблюдаются чешуйки гидрослюды.

2.4. МАРШРУТ «ТОРГАШИНСКИЕ КАРЬЕРЫ»

Целью маршрута является знакомство с геологическим строением, геолого-структурными особенностями района развития карбонатных образований нижнего-среднего кембрия, свойствами сырья и системами разработки месторождений цементного и флюсового известняка.

Комплекс карбонатных отложений нижнего-среднего кембрия залегает в междуречье Енисея и его правого притока – р. Базаихи. Рельеф местности здесь предгорный с высотными отметками вершин до 616 м и относительными превышениями до 400 м. В возвышенной части участка, плавно понижающейся на северо-запад, развит денудационный грядово-сопочный рельеф. Северо-восточные склоны площади преимущественно пологие, эрозионно-денудационного генезиса. Южные склоны от умеренно крутых эрозионно-денудационных вблизи водораздела, до крутых, созданных эрозионно-гравитационными процессами (рис. 35). На крутых склонах много карстовых останцов, а в междуречной части и в бортах суходолов есть карстовые пещеры. Всего их на Торгашинской площади восемь. В их числе – крупная и сложная Торгашинская шахта, а также значительная по размерам этажная Ледяная пещера (Цыкин и др., 2004). На местности имеется система логов с эрозионно-аккумулятивным рельефом, направленных к речным долинам в северо-восточном и юго-западном направлениях.

В геологическом строении площади принимают участие торгашинская свита органогенных известняков ($Є_1tr$), полого погружающаяся на северо-восток (рис. 36), и перекрывающая её шахматовская свита среднего кембрия ($Є_2šh$) (слоистые известняки). Большая часть площади Торгашинского хребта сложена образованиями торгашинской свиты, а отложения шахматовской свиты фрагментарно развиты на его северных склонах. Карбонатные толщи разбиты разрывными нарушениями северо-восточной ориентировки. Известняки локально доломитизированы и содержат тела разнообразных гидротермальных и гидротермально-метасоматических образований, местами – дайки измененных базальтов. У северо-восточного подножья Торгашинского хребта нижнекембрийские образования со структурным несогласием перекрыты терригенными отложениями нижнего девона.

Начальная точка маршрута находится на южной стороне бетонной дороги, огибающей территорию Красноярской ТЭЦ-2. Ранее здесь находился геологический памятник федерального значения «Угловое несогласие между отложениями кембрия и девона» (рис. 37). Несмотря на имевшийся статус охраняемого объекта, памятник оказался уничтожен при строительных работах.

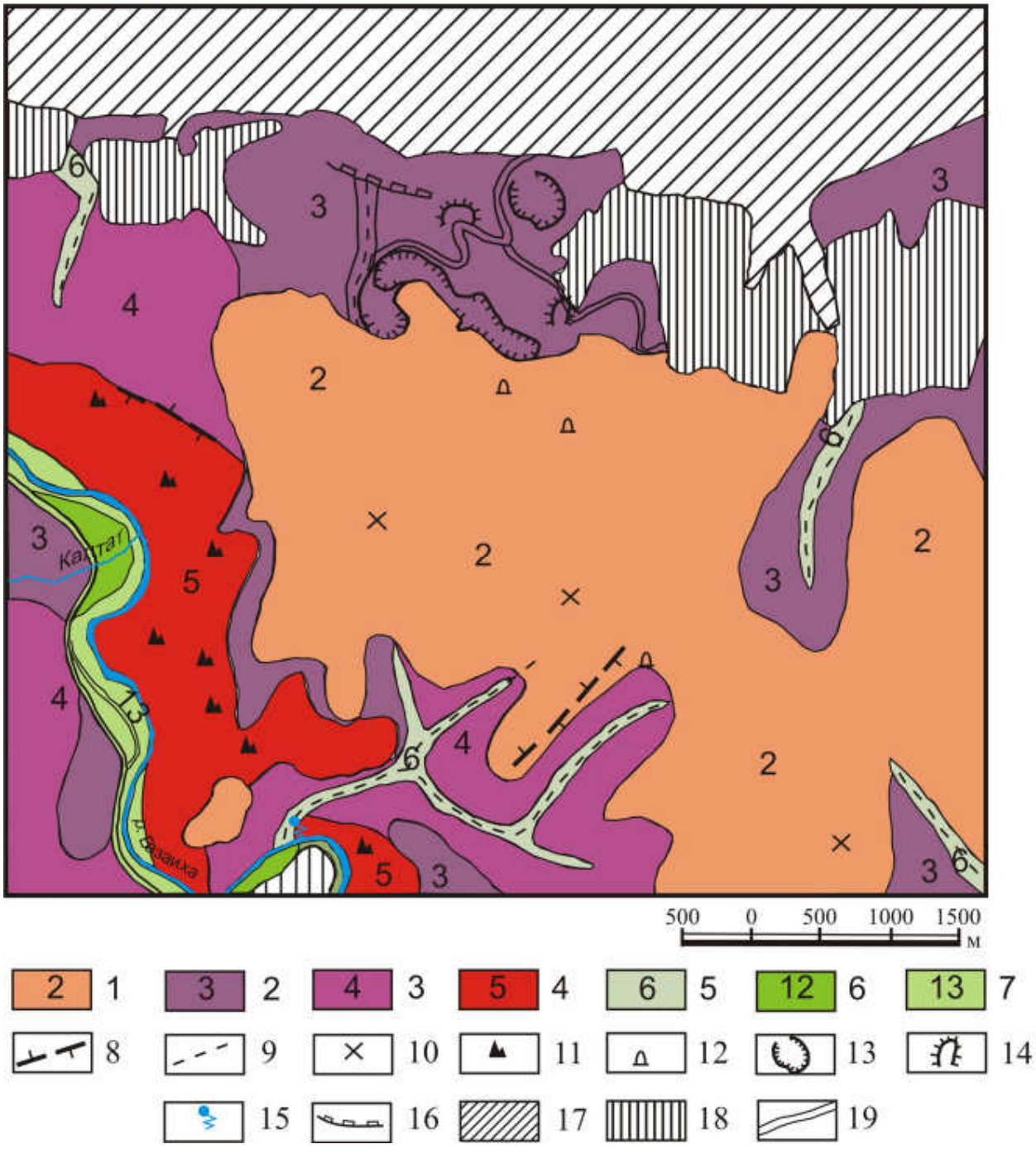


Рис. 35. Геоморфологическая карта Торгашинской площади (Сазонов и др., 2005)

1 – денудационный предгорный грядово-сопочный рельеф мел-палеогенового возраста; 2- эрозионно-денудационный пологосклонный рельеф N_2 –Q; 3 – то же, умеренной крутизны; 4 – эрозионно-гравитационный крутосклонный Q; 5 – эрозионно-акумулятивный рельеф логов; 6 – аккумулятивная I надпойменная терраса; 7 – пойма; 8 – гряды; 9 – тальвеги; 10 – седловины; 11 –останцы; 12 – пещеры; 13 – карьеры; 14 – отвалы породы; 15 – карстовый источник; 16 – техногенный уступ; 17 – городская застройка; 18 – садоводства;19 – дороги

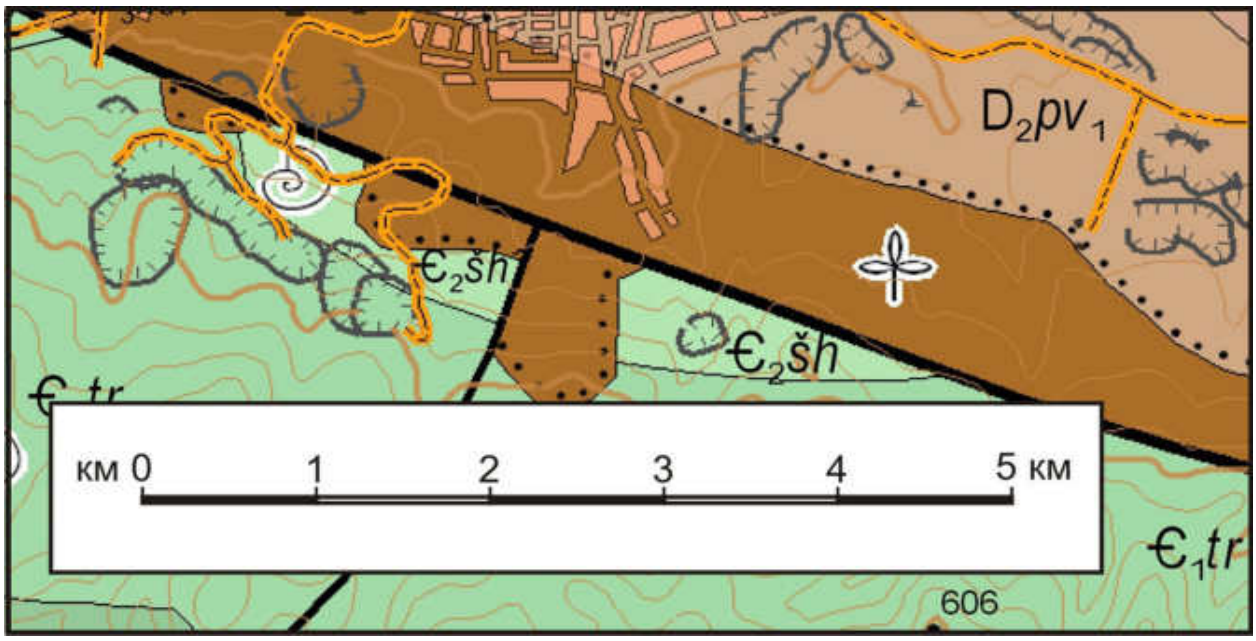


Рис. 36. Геологическая карта Торгашинской площади (условные обозначения см. в прил.)

Рис. 37. Уничтоженный геологический памятник «Угловое несогласие D – Є».

Скальную стенку небольшого карьера, в которой обнажалось несогласие, взорвали и разровняли бульдозером. А находившееся по соседству крупное обнажение песчаников, содержащих богатейший комплекс раннедевонской флоры, имеющий мировую известность, был засыпан при сооружении дамбы золоотстойника ТЭЦ-2. Поэтому в настоящее время, к сожалению, в точке можно наблюдать лишь разрозненные выходы кембрийских известняков у подножья и девонских пород – выше по склону.

В данной точке ещё в 20-е гг. XX в. был заложен первый на Торгашинском хребте карьер, и началась добыча известняка как цементного, а в дальнейшем также и флюсового сырья. Сейчас отсюда вверх по северному склону хребта протягивается серия карьеров – как отработанных, так и действующих. Добываемые известняки торгашинской свиты имеют массивную, реже грубослоистую текстуру, мелкозернистую структуру. Порода мономинеральная, нацело состоящая из кальцита (рис. 38). Средний размер зерен кальцита 0,05 – 0,2 мм. Редкие прожилки слагаются более крупнозернистым гранобластовым агрегатом (размер зерен 1 – 1,5 мм). В прожилках отмечается директивная ориентировка зерен кальцита (перпендикулярно стенкам трещин), иногда зерна кальцита в трещинах группируются вокруг определенных центров.

На известняки несогласно и полого ложатся терригенные породы карымовской (D_1kr) (ассафьевской) свиты нижнего девона. Поверхность несогласия неровная, с глубокими (до 1 м) карманами. Они выполнены зеленовато-серыми слабо сцементированными алевролитами с комковатой текстурой. Выше по разрезу они сменяются песчаниками с тонкой слоистостью – параллельной и косой. Наблюдается ритмичное переслаивание мелко-, средне- и крупнозернистых разностей. Окраска жёлтая, реже бордовая. Ещё выше песчаники сменяются плохо сортированными полимиктовыми гравелитами, нередко содержащими мелкую гальку различного состава и иногда переходящими в мелкогалечные конгломераты. В жёлтых мелкозернистых песчаниках на поверхностях напластования можно встретить отпечатки растений (рис. 39). В 50-е г. XX в. специалист из Томского университета А. Р. Ананьев на этом участке собрал коллекцию из 24 видов растений раннего девона, представленную флорой водорослеподобных растений и проптеридофитов (первых наземных растений). Здесь обнаружены отпечатки Protohyenia janovii, Prototaxites forfarensis (Kidston et Lang.) Pia, Minusia antigma Tschirk., Zosterophyllum myretonianum Penhallow, Zostero-phyelum llanoceranum Croftet hang., Distichophytum mucronatum Magdefrau, Sawdonia ornate (Daws) Hueber, Margophyton goldshmidtii (Halle) Zarharova, Pectinophyton bipectinatum Ananiev, Ptotobahnophyton obrutschevii Ananiev, ienisseiphyton rudnevae (Peresvetov) Ananiev, Drepanophycus spinaeformis Goepp., platyphyllum fasciculatum Ananiev, Enigmophyton hoegii Ananiev, Broeggeria laxa Ananiev, Relliniia thomsonii (Daws.) Leclerc et Bon., кроме того, найдены остатки ракоскорпионов Hugmilleria lata (?) Stormer (D_1).

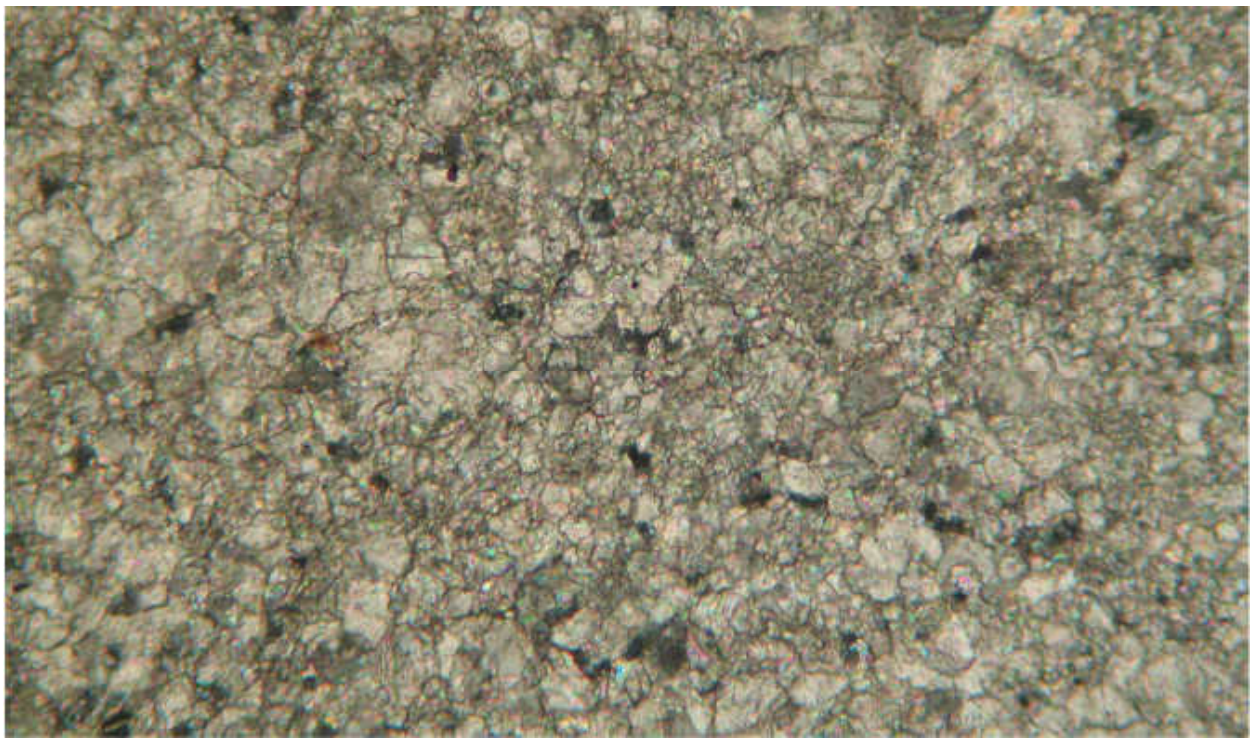


Рис. 38. Обломочно-хемогенная структура известняка торгашинской свиты (шлиф)

Рис. 39. Обрывки тканей проптеридофитов на поверхности напластования алевролита

От начальной точки следует пройти по дороге вверх по склону 160 м к карьеру «Увал Промартели», на посещение которого нужно получить разрешение дирекции ТЭЦ-2. Карьер используется как промежуточный золоотвал. В него по трубам подается пульпа из топок котлов. В карьере зола оседает, а вода (по сути раствор щелочи) снова подается в систему золоудаления. Отстоявшийся осадок из отстойника экскаватором извлекается и грузится в самосвалы, отвозящие его в отработанный карьер «Цветущий лог» (рис. 40, 41).

Вдоль округлого современного днища карьера несколько выше уровня отстойников золы отсыпана автомобильная дорога, по которой удобно наблюдать геологическую ситуацию. В северо-восточном углу видна небольшая просадочная синклиналь, образованная после опускания девонских песчаников в подземную выработку или карстовую полость. Далее в борту карьера расположено тело железистых аргиллизитов с конкрециями гематита сечением до 10 – 12 см (рис. 42). Цвет этих образований шоколадно-коричневый.

Далее видны трещины известняка, небольшая (около 1 м) пещеристая полость, полузаполненная переотложенным аргиллизитом с мелкой мульдообразно изогнутой слоистостью. В южной части карьера по пологим трещинам наблюдается поступление грунтовой воды. Здесь же вскрыты коричневые глинистые аргиллизиты, ширина выхода их 12 м, мощность неизвестна. У выезда из карьера в известняке встречались извилистые жильно-трещинные выделения мраморного оникса.

Выйдя из карьера-отстойника золы, идем по бетонной дороге вверх к карьерам «Цветущий Лог» и «Черный Мыс». Через 50 м, слева в обрывистом склоне видна поверхность несогласия кембрий – девон. На массивных известняках здесь залегают конгломерато-брекчии с явно выраженной слоистостью. Здесь поверхность несогласия вскрыта значительно выше, чем у начала маршрута. Это является свидетельством перекрытия отложениями нижнего девона неровностей палеорельефа.

Убедившись в наличии погребенного расчлененного рельефа конца силурийского периода, поднимаемся по бетонной дороге к карьеру «Цветущий Лог». Карьер большой, длиной 1,3 км. Его глубина у южного края составляла 150 м, у въезда – 50 м. Карьер с нескольких сторон засыпают золой, грунтом и шлаками металлургического производства, но в высокой южной части видны дизъюнктивы, тела аргиллизита, развитие единой сравнительно однородной толщи известняка.

Осмотрев панораму карьеров «Цветущий Лог» и «Черный Мыс», поднимаемся к развилку дорог и идем в восточном направлении к карьеру химико-металлургического завода. Для его осмотра также требуется разрешение дирекции, поэтому приходится ограничиваться обзором панорамы карьера с окаймляющей дороги. Во всех карьерах цвет продуктивной толщи красновато-коричневый из-за пропитки породы по трещинам железисто-глинистыми продуктами (аргиллизитами). По густоте окраски и отсутствию трещин видны секущие тела аргиллизита.

Рис. 40. Золоотстойник в карьере «Увал Промартели»

Рис. 41. Южная стенка карьера «Цветущий Лог»

Рис. 42. Глинисто-железистая конкреция в аргиллизите

В навалах известняка встречаются блоки кальцита, глыбы фиолетового аргиллизированного порфирового базальта. Свежие дайки не наблюдались, хотя они в изобилии присутствуют в правом борту долины Базаихи в тех же известняках.

Проведение учебных маршрутов в указанные карьеры показало наличие продуктов гидротермальной деятельности, которые не были отмечены геологами-съемщиками, проводившими крупномасштабные работы на этом участке, так как в тот период карьеры были неглубокими.

Жилы и гнезда кальцита гигантозернистой структуры розоватого, желто-белого цвета наблюдались на разных участках. Одна из жил карьера «Цветущий Лог» была выполнена плотно прилегающими друг к другу конкрециями до 10 см в диаметре, имеющими необычное строение. Каждая конкреция из крупнокристаллического радиально-шестоватого кальцита в центре имеет псевдогальку, состоящую из обломка прозрачного кристалла кальцита, обросшего сильно аргиллизированным концентрически-зональным ониксом (рис. 43, 44). В отвалах карьера «Увал Промартели» была обнаружена гигантская конкреция из зеленовато-белого концентрически зонального оникса с крупным обломком известняка в центре. Конкреция имела уплощенный облик с размерами около 1 х 0,4 м (Ананьев и др., 2010).

Мраморный оникс с красивым розовато-коричневым, светло-розовым, светло-коричневым рисунком полос был встречен в нескольких пунктах карьеров «Цветущий Лог» и «Черный Мыс», преимущественно на нижних горизонтах (рис. 45). Форма залежей линзовидная и неправильная жилоподобная, размер линз от 0,2 – 0,3 до 0,6 м в поперечнике при длине до 8 – 10 м. В жилообразных телах мощности составляют до 0,1 – 0,12 м. Оникс является камнесамоцветным сырьем, из которого мастера - камнерезы изготавливали шкатулки, письменные приборы, столешницы, шары и другие изделия (рис. 46).

Аргиллизиты каолиновые нами наблюдались во всех карьерах. В самом большом из них («Цветущий Лог») были вскрыты два вида аргиллизитов. Наиболее распространены шоколадно-коричневые глиноподобные аргиллизиты, в некоторых телах содержащие обогащенные гематитом конкреции. Кроме гнездообразных тел, эти образования в виде тонкого налета отложились в трещинах известняка, вследствие чего порода имеет красновато-коричневую окраску. Но в свежих сколах виден светло-серый цвет известняка. Маложелезистые фиолетово-серые и серые тонкие жилообразные тела мы наблюдали в восточной части карьера «Цветущий Лог», которая сейчас засыпана. В нескольких местах в известняке были встречены карманы слоистых красновато-коричневых глин, отложенных подземными водами в пещеристых полостях. Последние (без глинистого заполнителя) вскрывались горными работами на разных горизонтах, имели небольшие размеры (до 10 кв. м).

Флюидизаты (псевдоконгломераты) наблюдались в северной стенке карьера «Увал Промартели» и в восточной части карьера «Цветущий Лог».

Рис. 43. Фрагмент жилы, выполненной конкрециями крупнокристаллического радиально-шестоватого кальцита с ядрами из псевдогалек (Ананьев и др., 2010)

Рис. 44. Мраморный оникс, сколотый поперек полосчатости, и конкреция, состоящая из псевдогальки, обросшей радиально-шестоватым агрегатом кальцита

Рис. 45. Почковидный рисунок мраморного оникса в сечении, ориентированном по полосчатости

Рис. 46. Художественные изделия из мраморного оникса Торгашинского месторождения

Оба местонахождения сейчас засыпаны, но имеются описания в пикетажном журнале и контуры тел на плане горных работ. Внешне флюидизиты выглядят как конгломераты с хорошо окатанными обломками известняка сечением от нескольких до 10 – 12 см, конгломерато-брекчии и брекчии. Цемент имеет красновато-коричнево-серый цвет, он состоит из агрегата зерен кальцита, кварца и глинистого материала. Образование таких пород мы связываем с движением низкотемпературных углекислых гидротерм по трещинам и пещеристым полостям, причем скорости потоков пульсационно возрастали до нескольких метров в секунду, что обеспечивало приподнимание и окатывание кусков известняка размером до мелких глыб.

Дайки аргиллизированных плагиоклазовых порфиритов редко встречались в известняке и имели небольшие (до 0,5 м) размеры. Маршрутные пересечения Торгашинского хребта показали, что дайки диабазов и измененных порфировых базальтов часто встречаются в правом борту р. Базаихи, где дают рой тел северо-западной ориентировки. На северном склоне хребта карьерами вскрывались лишь единичные маломощные дайки, все без исключения метасоматически измененные (аргиллизированные). Это фиолетово-серые пятнистые полурыхлые породы с серовато-белыми фенокристами разложенного плагиоклаза.

Аргиллизированные порфировые базальты имеют красновато-коричневую, серовато-коричневую с вишневым оттенком окраску. Характерно обилие ориентированных тонкопластинчатых вкрапленников плагиоклаза. Размер их по удлинению достигает 2 см при толщине 1 – 1,5 мм. Структура породы порфировая, текстура миндалекаменная. Породы подвергнуты интенсивным вторичным изменениям. Нередко наблюдается выщелачивание вкрапленников плагиоклаза.

При микроскопическом изучении наблюдается следующий минеральный состав пород. Главные минералы представлены реликтами плагиоклазов, которые замещены альбитом (30 – 35 %), карбонатом (35 – 40 %), хлоритом (20 %). Гидроокислы железа (5 – 10 %) выполняют псевдоморфозы по пириту, о чем свидетельствует квадратная форма их сечений.

Микроструктура породы реликтовая порфировая, структура основной массы апоинтерсертальная.

Вторичные изменения проявлены настолько интенсивно, что первичные минералы полностью замещены, но под микроскопом наблюдаются псевдоморфозы по плагиоклазу как в основной массе, так и во вкрапленниках. Размер микролитов реликтового плагиоклаза основной массы составляет 0,1 – 0,2 мм по удлинению. Отмечаются реликты короткопризматического минерала, вероятно пироксена (?). В породе наблюдается равномерная вкрапленность рудного минерала, нацело замещенного гидроокислами железа. Основная масса представлена тонкозернистым агрегатом хлорита, альбита, карбоната, кварца, халцедона, гидроокислов железа.

На фоне основной массы отмечаются крупные миндалины размером 7 – 10 мм, выполненные светло-коричневым кальцитом. Миндалины имеют зональное строение. Наблюдается чередование зон карбонатного состава с зо-

нами, состоящими из тонкозернистого кварца. Периферийные зоны миндалин имеют радиальное строение и более крупнозернистую структуру.

Время проявления гидротермально-метасоматических изменений торгашинского известняка можно определять в диапазоне с позднего кембрия по силур, поскольку подобные образования накладываются на нижне-среднекембрийские отложения и отсутствуют в породах нижнего девона. Скорее всего их можно связывать со средне-позднеордовикским этапом магматической активизации, широко проявившимся в районе г. Красноярска и его окрестностях.

После осмотра карьера ХМЗ можно по заброшенной карьерной дороге вернуться к развилку бетонной трассы и проследовать к действующему карьеру «Черный Мыс». На его посещение требуется разрешение администрации цементного завода. Карьер пока неглубокий, имеет 2 уступа высотой 10 м. В период его строительства Р. А. Цыкину довелось наблюдать вскрытие карстовой воронкообразной депрессии, выполненной красно-коричневыми вязкими суглинками, которые содержали крупную гальку, по составу аналогичную гальке речных отложений Енисея (неоген?). По мере продвижения фронта горных работ в уступах вскрываются тела коричнево-красного аргилизита. Но на данном уровне они редки. Видимо, количество гидротермально-метасоматических образований возрастет при углублении карьера на 80 – 100 м. Существенных дизъюнктивов в карьере «Черный мыс» пока нет.

Конечная точка данного маршрута у входа в карьер «Черный Мыс» находится на абсолютной отметке около 310 м и имеет географические координаты 55 ° 57 ' 35 " с.ш. и 92 ° 52 ' 45 " в.д.

Таким образом, при прохождении маршрута студенты получают возможность познакомиться с органогенными известняками нижнего кембрия и перекрывающими их терригенными породами нижнего девона, наблюдать проявления гидротермально-метасоматической деятельности, наложенной на карбонатные породы, увидеть результаты древних карстовых и инфильтрационных процессов. Посещённые карьеры являются выразительным наглядным примером современной добычи открытым способом известняков в качестве строительного и технического сырья. Здесь можно увидеть современные техногенные формы рельефа, а также познакомиться с вариантами использования отработанных карьеров в качестве отстойников и мест захоронения производственных отходов.

Общая протяженность маршрута с посещением трех карьеров – 6 км. Опасности при прохождении маршрута обусловлены движением по дорогам большегрузных самосвалов с породой, куски которой могут выпасть, а также возможностью обвалов стенок действующих и отработанных карьеров. Безусловно, недопустимо проведение маршрутов во время осуществления взрывных работ на действующих карьерах.

2.5. МАРШРУТ «РЕКА КАРАУЛЬНАЯ»

Целью маршрута является знакомство с древнейшими породами района – тюбильской (V*tb*), овсянковской (V*ov*), унгутской (Є$_1$*un*), а также имирской (O_{2-3}*im*) свитами, Слизневской протрузией гипербазитов, породами дайкового комплекса, проявлениями разрывной тектоники, а также других эндогенных и экзогенных процессов.

Маршрут начинается из района пос. Удачный (рис. 47), идет вдоль левого берега р. Енисей и заканчивается в заброшенном карьере вблизи устья р. Караульная. По пути следования маршрут пересекает два малых притока р. Енисей – руч. Пионерский (р. Собакина) и р. Крутенькая. Координаты начальной точки маршрута – 55°58`37`` с.ш. и 92°39`50`` в.д., конечной точки – 55°57`58`` с.ш. и 92°35`37`` в.д.

Общая длина маршрута составляет 4,7 км, длительность около 5 часов. Подъезд осуществляется на городском автобусе № 12 (время в пути около часа). Сбор группы происходит на Предмостной площади утром, конечная остановка – пос. Удачный. В город студенты возвращаются тем же путем или на катере, курсирующем по р. Енисей (Усть-Мана – Торговый центр), если позволяет его расписание.

Отрезок между пос. Удачный и р. Крутенькая можно пройти двумя путями: либо по автомобильной дороге, мимо пионерских лагерей, либо непосредственно по берегу р. Енисей. И хотя здесь наблюдаемые породы менее разнообразны, они представлены крупными скальными обнажениями.

Самым древним подразделением, развитым на участке (рис. 48), является тюбильская свита венда. Ее породы слагают обнажения у пос. Удачный и у р. Крутенькая. Кроме того, выходы свиты можно наблюдать во время проезда на автобусе по шоссе. Они начинаются за несколько километров до поселка на крутом склоне горы справа по ходу. Свита сложена зеленовато-серыми и серыми мелкозернистыми граувакковыми песчаниками и алевролитами.

В стратиграфическом разрезе участка выше расположена овсянковская свита венда. Ей принадлежат небольшие (по площади) и низкие коренные выходы на берегу р. Енисей (у уреза воды) между р. Караульная и р. Крутенькая. Также породы свиты встречаются в виде тектонических блоков среди серпентинитов Слизневского массива и в обломках в вулканогенных породах имирской свиты. Свита представлена карбонатными породами: доломитами и доломитистыми известняками, в которых отмечаются микрофитолиты и другие органогенные образования, созданные цианобактериями.

Более молодая – раннекембрийская унгутская свита слагает протяженные крупные скальные выходы на берегу р. Енисей вблизи пос. Известковый и выше по течению р. Караульная.

Здесь представлен один из ее разрезов под названием «караулинский тип». Его особенность – существенно известняковый состав пород. Свита также известна под местным названием – караулинская.

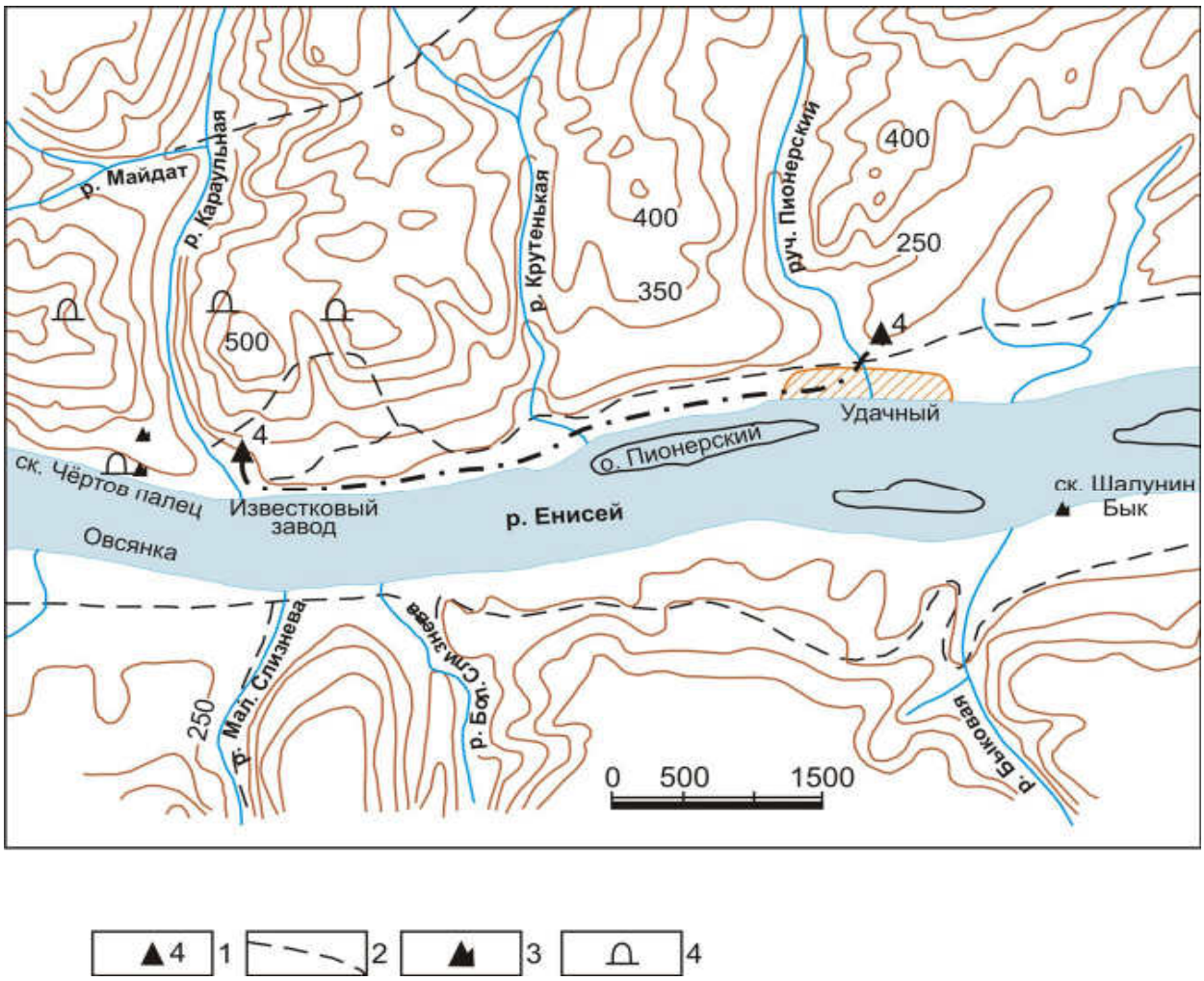


Рис. 47. Схема маршрута “Река Караульная”:

1 – конечные пункты маршрута; 2 – просёлочные дороги; 3 – денудационные останцы; 4 – пещеры

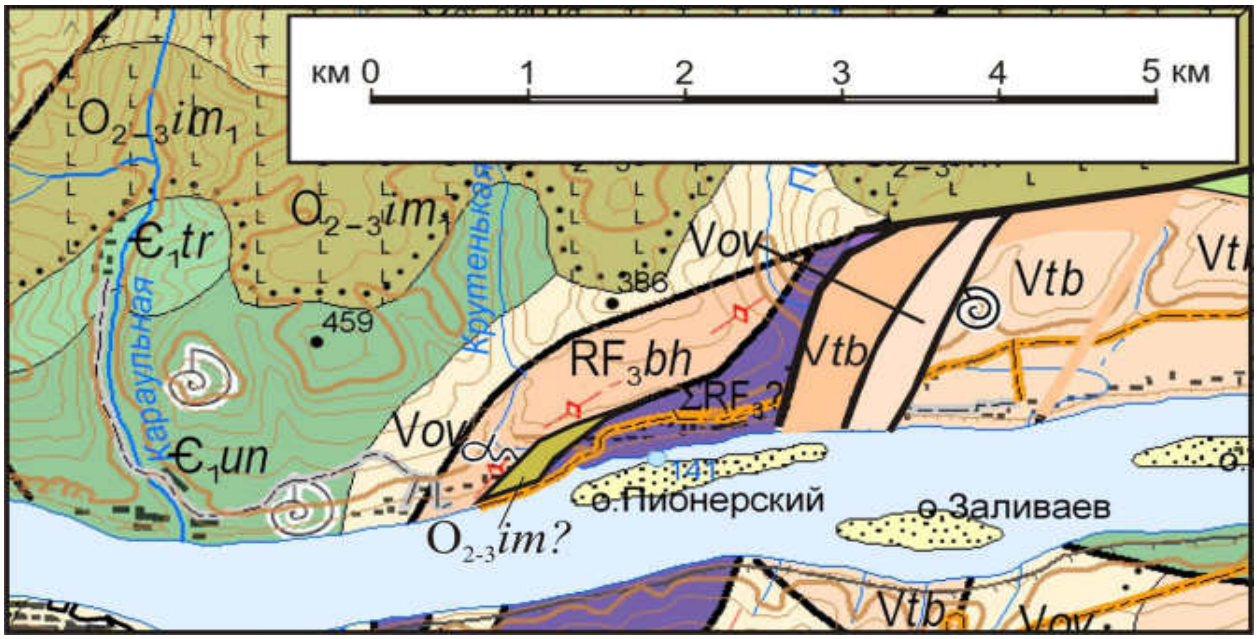


Рис. 49. Геологическая карта Караульнинского участка (условные обозначения см. в прил. 2)

Свита сложена темно-серыми, слоистыми (с горизонтальной и волнистой слоистостью) плитчатыми известняками с многочисленными прожилками кальцита. В известняках содержатся микрофитолиты и разнообразная мелкораковинная фауна томмотского века раннего кембрия. На унгутской свите несогласно залегает имирская свита среднего-позднего ордовика. Ее породы образуют коренные выходы, которые прослеживаются на несколько сотен метров по берегу р. Енисей между р. Крутенькая и р. Караульная и представлены иногда крупными скальными обнажениями. Свита сложена эффузивными породами основного и среднего состава и их туфами. Самые молодые, наблюдаемые в маршруте отложения имеют четвертичный возраст.

Наряду с осадочными и вулканогенными породами на участке обнажены породы Слизневской протрузии гипербазитов. Они образуют крупное тело протяженностью 6 км и площадью 10 – 12 км^2 в пределах крупной тектонической зоны. Слизневский массив пересекает р. Енисей. Его породы обнажаются как на левом, так и на правом ее берегу (район пос. Слизнево), и слагают большую часть острова Пионерский. Породы массива образуют выходы различных размеров, высота некоторых из них достигает 10 – 15 м.

Массив сложен в различной степени серпентинизированными дунитами, пироксенитами, перидотитами и серпентинитами. Породы черные, темно-зеленые, зеленые, скрытокристаллические или с реликтами минералов ультраосновных пород. Они нередко раздроблены и перемяты, жирные на ощупь. Повсеместно отмечаются многочисленные зеркала скольжения. Возраст комплекса условно принят позднерифейским.

В пределах поля распространения Слизневской протрузии встречаются также дайки основного состава мощностью 0,5 – 1,5 м.

Тектоническая структура участка сложная. Здесь отмечаются как пликативные (складчатые), так и разрывные нарушения (см. рис. 48).

Ввиду достаточно крупных размеров складок в маршруте можно увидеть только их отдельные части. Так, породы овсянковской и унгутской свит слагают восточное крыло Караулинской синклинали. Их слои четко наклонены в северо-западном, реже северном направлениях под углами 30 –50°. Ядро складки сложено известковыми конгломератами, условно сопоставляемыми с терригенными породами базаихской пачки торгашинской свиты. Эти породы в маршруте не наблюдаются.

Разрывное нарушение субмеридионального направления устанавливается по р. Крутенькая. Река Караульная течет по известнякам также вдоль тектонического разлома.

Проявления тектонических процессов распознаются по наличию обильных трещин в породах. Напротив устья р. Бол. Слизнева, правого притока р. Енисей, обнажается крупная зона дробления известняков унгутской свиты. Трещины залечены прожилками белого кальцита, содержащими редкие жеоды, мощностью 1 – 5 см и более. Аналогичные зоны дробления меньшего масштаба можно встретить и в других местах. Многие трещины «сухие» – не минерализованные. Некоторые из них несут следы тектонических перемещений. На поверхностях сместителей нередко видны борозды

скольжения, позволяющие определять направления перемещения блоков пород.

Слизневская протрузия – результат перемещения серпентинизированных ультраосновных пород на поверхность Земли в пределах крупной тектонической зоны. Наличие рассланцовки в песчаниках и алевролитах тюбильской свиты и туфах имирской свиты – также свидетельство тектонических процессов, проявившихся на участке.

По ходу маршрута проводятся геоморфологические наблюдения (рис. 49). В начале маршрута рельеф участка эрозионно-гравитационный крутосклонный, далее сменяющийся последовательно на эрозионно-денудационный пологосклонный и умеренной крутизны. В конце маршрута рельеф такой же, как и в его начале. Кроме того, в маршруте можно увидеть цокольную V террасу р. Енисей и сменяющую ее I аккумулятивную террасу.

Начальная точка маршрута, находится на левом берегу руч. Пионерский к северо-востоку (аз. 25°) от автомобильного моста. У подножья склона расположено коренное обнажение алевролитов и песчаников тюбильской свиты вендского возраста (рис. 50). Породы зеленовато-серые, структура – от псаммитовой до алевритовой, соответственно текстура – от толсто- до тонкоплитчатой. Однако из-за рассланцовки она несколько затушевывается. В составе обломков наблюдаются кварц, калиевый полевой шпат, плагиоклаз, мусковит, биотит, обломки кислых эффузивов, кальцит, эпидот, а также акцессорные минералы (циркон, сфен, рудный минерал). На рис. 51 приведено изображение шлифа песчаника. От действия соляной кислоты кое-где порода вскипает, т. е. она может быть известковистой. На выветрелой поверхности песчаников и алевролитов наблюдаются чешуйки мусковита размером от 0,5 до 3 мм. Видимая мощность свиты составляет 15 м.

Породы трещиноватые, по некоторым трещинам развивается белый кальцит. Слоистость из-за рассланцовки обнаруживается с трудом. Ее элементы залегания составляют: аз. пад. 260 – 280°, $\angle$ 40 – 60°. Замерять нужно именно слоистость и не путать ее с рассланцовкой.

В этой точке знакомимся с террасами р. Енисей.

Далее, как уже говорилось, отрезок маршрута между пос. Удачный и р. Крутенькая можно пройти двумя путями.

Один из них – по берегу р. Енисей. В этом случае после начальной точки маршрута необходимо продолжить маршрут вниз по дороге, проходящей через поселок по направлению к р. Енисей. Далее выйти на берег к крупному скальному выходу пород Слизневской протрузии. Эта скала находится на расстоянии 1 км по аз. 243° от начальной точки маршрута.

Обнажение высотой около 12 м сложено зеленовато-черными массивными серпентинизированными перидотитами. Породы, несмотря на метаморфические изменения, вполне узнаваемы. На сколах распознается пироксен.

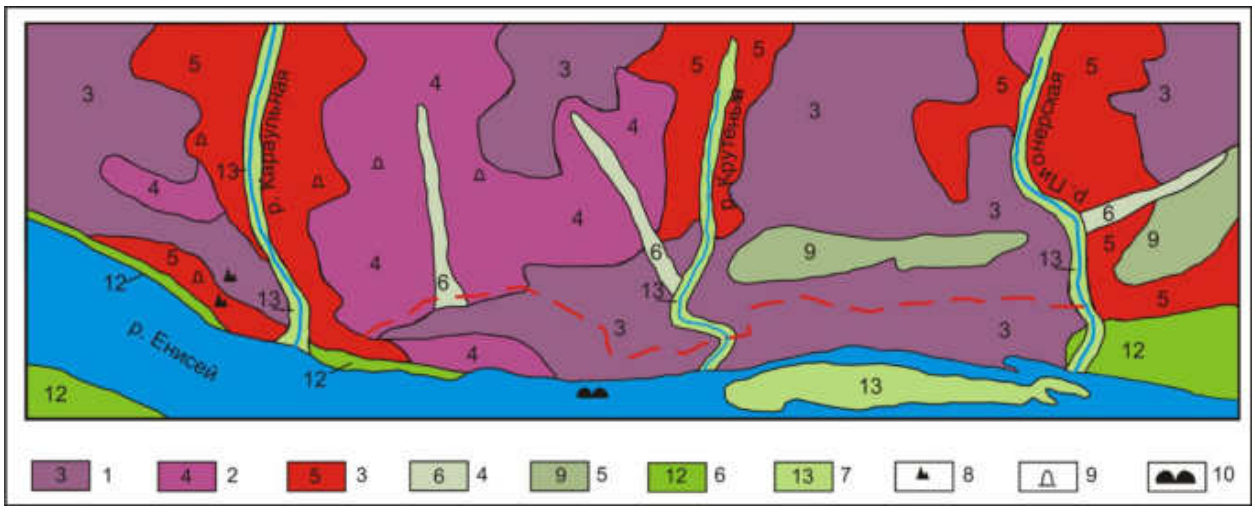


Рис. 49. Геоморфологическая карта Караулинского участка. Масштаб 1:50 000 (Сазонов и др., 2005):

1 – эрозионно-денудационный пологосклонный рельеф N_2 – Q; 2 – то же, умеренной крутизны; 3 – эрозионно-гравитационный крутосклонный рельеф Q; 4 – эрозионно-аккумулятивный рельеф логов; 5 – цокольная V терраса Енисея; 6 – I аккумулятивная терраса;7 – флювиальный рельеф поймы и островов; 8 – скальные останцы; 9 – скалы в воде Енисея; 10 – пещеры

Рис. 50. Коренное обнажение песчаников тюбильской свиты в начальной точке маршрута

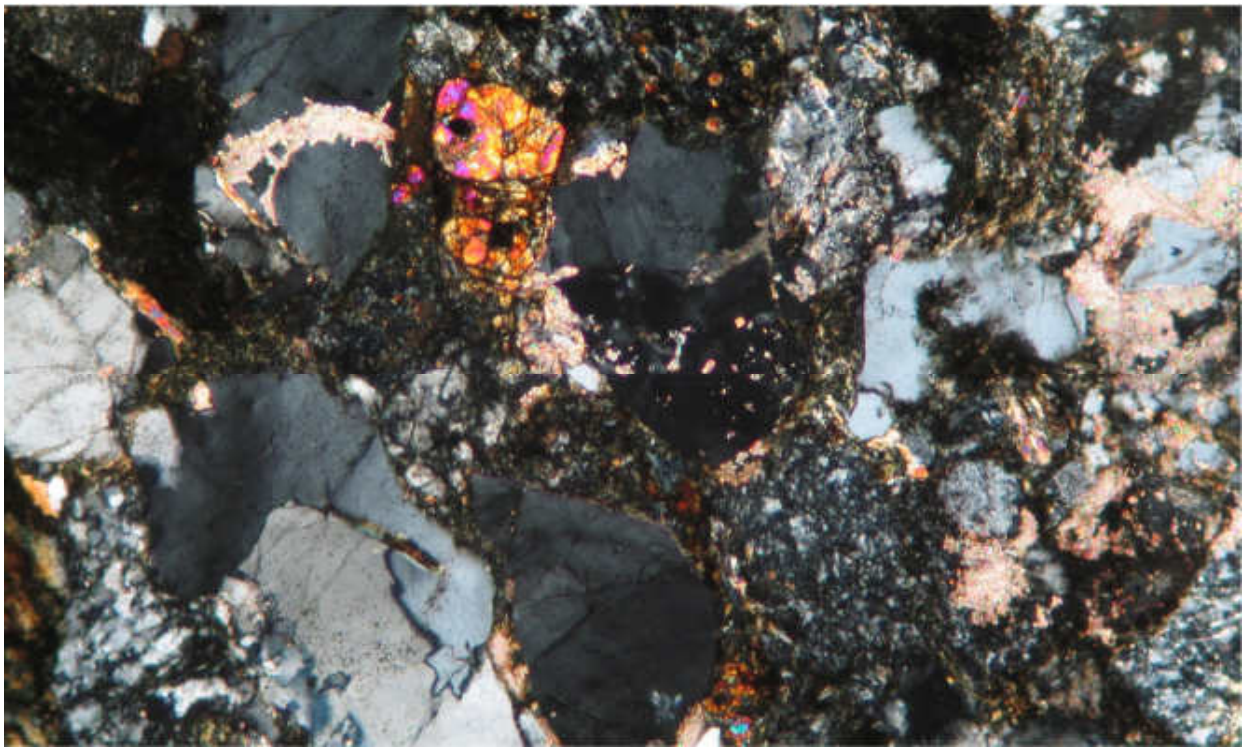


Рис. 51 Шлиф полимиктового песчаника тюбильской свиты из коренного обнажения на левом берегу руч. Пионерский у автомобильного моста. Начальная точка маршрута

Рис. 52. Скальное обнажение серпентинитов на берегу р. Енисея

Последующие 1,5 км вплоть до р. Крутенькая дорога пересекает Слизневскую протрузию. Наблюдаются многочисленные и разные по размеру обнажения: от низких до высоких – более 10 м в высоту (рис. 52, 53). Среди гипербазитов определяются дуниты и перидотиты.

На берегу р. Енисей, напротив о. Пионерский, обнажаются реликты катаклазированных зеленовато-черных плагиоклазовых пироксенитов, состоящих из авгита, гиперстена (около 15 %), сильно серицитизированного плагиоклаза (до 10 %), ильменита и вторичных: хлорита, пренита, антигорита, биотита, бурой роговой обманки и карбонатов.

Степень серпентинизации пород по ходу маршрута увеличивается. Некоторые участки обнажений полностью сложены серпентинитами. Породы становятся скрытокристаллическими, дробленными и перемятыми, жирными на ощупь. Цвет темно-зеленый и голубоватый. Повсеместно отмечаются зоны смятия с многочисленными зеркалами скольжения. В пределах Слизневского массива встречаются также габбро, которые также включают в акшепский комплекс.

Среди гипербазитов отмечаются тектонические блоки доломитов овсянковской свиты. Они имеют светло-желтовато-серый цвет, сильно изменены, рассланцованы, иногда рассыпаются под ударами молотка. В некоторых местах они пронизаны разноориентированными прожилками белого доломита мощностью до 2 – 3 см. Размеры таких блоков могут достигать нескольких десятков метров. Иногда в динамометаморфизованных доломитах наблюдаются примазки малахита.

Доломит желтовато-бурого цвета. Структура мелкозернистая, текстура массивная, участками пятнистая. Пятна и линзочки малахита размером до 1,5 см в поперечнике, бурно вскипают от действия соляной кислоты, а основная масса реагирует только в порошке. Минеральный состав: доломит – 75 %, халцедон – 15 – 18 %, кварц – 2 %, калиевый полевой шпат – 0,5 %, кальцит – 1 – 3 %, хлорит – до 3 %, рудный минерал – 1 %. Обнажения пород акшепского комплекса заканчиваются перед р. Крутенькая.

После пересечения р. Крутенькая в 30 м встречаются выходы сильно дислоцированных песчаников тюбильской свиты. Элементы залегания: аз. пад. 257°, угол 20°.

На расстоянии 150 м от речки появляются первые обнажения эффузивных пород, которые отнесены к имирской свите. Далее по ходу маршрута они прослеживаются на несколько сотен метров и представлены иногда крупными скальными выходами. Первый из них находится в 600 м выше устья р. Крутенькая. Скальный выход высотой около 10 м сложен миндалекаменными базальтами. Далее маршрут проходит по берегу р. Енисей.

Состав и строение эффузивных пород в наблюдаемых обнажениях имирской свиты характеризуются разнообразием. Шаровая отдельность, обнаруженная в некоторых местах, позволяет считать эти породы подводными образованиями (рис. 54).

Рис. 53. Коренные выходы серпентинитов на о. Пионерский

Рис. 54. Шаровая отдельность в эффузивах имирской свиты

Шары изометричной, слегка уплощенной формы, размером до 30 – 80 см в поперечнике, имеют концентрически-зональное строение и разбиты системой поперечных и радиальных трещин. На выветрелых поверхностях наблюдается пузыристость, которая неоднородна и возрастает в центральных частях шаров.

В других местах крупные скальные выходы сложены вулканогенными эксплозивными брекчиями. На поверхности скал хорошо видны остроугольные, слегка оплавленные обломки размером 10 – 15 см (рис. 55). В них так же, как и в связующей массе, наблюдается пузыристость. Внутри поры минерализованы кальцитом, который выщелачивается на поверхности обнажений, что свидетельствует о миндалекаменном строении пород.

В некоторых местах породы отвечают туфам среднего состава. В них обнаружены обломки известняков и доломитов свит вендского и раннекембрийского возраста (рис. 56). Это позволяет судить о нижней возрастной границе эффузивных пород. Обломки карбонатов имеют разные размеры (некоторые достигают 15х30 см) и слегка оплавлены с краев.

Вулканогенные породы участками сильно рассланцованы.

Маршрут позволяет изучить состав руслового аллювия р. Енисей. На берегу встречаются крупные валуны различных пород района – сиениты, гранодиориты, базальты и другие. Так, на поверхности крупного гранитного валуна обнаружен эверзионный котел.

Далее по ходу маршрута вблизи уреза воды можно наблюдать низкий коренной выход, сложенный доломитами и доломитистыми известняками овсянковской свиты венда. Породы имеют светло-серый и серый цвет и слоистую текстуру. Слоистые разности переслаиваются с доломитами обломочного строения. Породы органогенные, фитолитовые. Большинство таких органогенных структур обязано своим происхождением цианобактериям (рис. 57). Слоистость: аз. пад. 280 ^{o} ∠60 ^{o}. Двигаясь вверх по течению по берегу небольшие обнажения овсянковской свиты можно наблюдать еще 70 м, далее – задерновано.

Пройдя около 400 м по аз. 260 ^{o} от выходов доломитов, наблюдаем крупный скальный выступ, сложенный известняками унгутской (караулинской) свиты. Породы представлены темно-серыми, слоистыми (с горизонтальной и волнистой слоистостью) плитчатыми известняками, пронизанными сетью прожилок кальцита (рис. 58). Петрографическое изучение показывает, что известняки имеют почти мономинеральный кальцитовый состав. От действия соляной кислоты они бурно вскипают. Породы органогенные, обычно с микрофитолитами, в том числе онколитами. Невооруженным глазом эти образования, созданные цианобактериями, часто не определяются, однако они хорошо распознаются в шлифах (рис. 59). Элементы залегания слоистости известняков: аз пад. 280 ^{o}∠ 50 ^{o}.

Обнажения подобных пород можно наблюдать в крупных практически непрерывных скальных выходах вдоль берега до устья р. Караульная и далее по ее левому берегу.

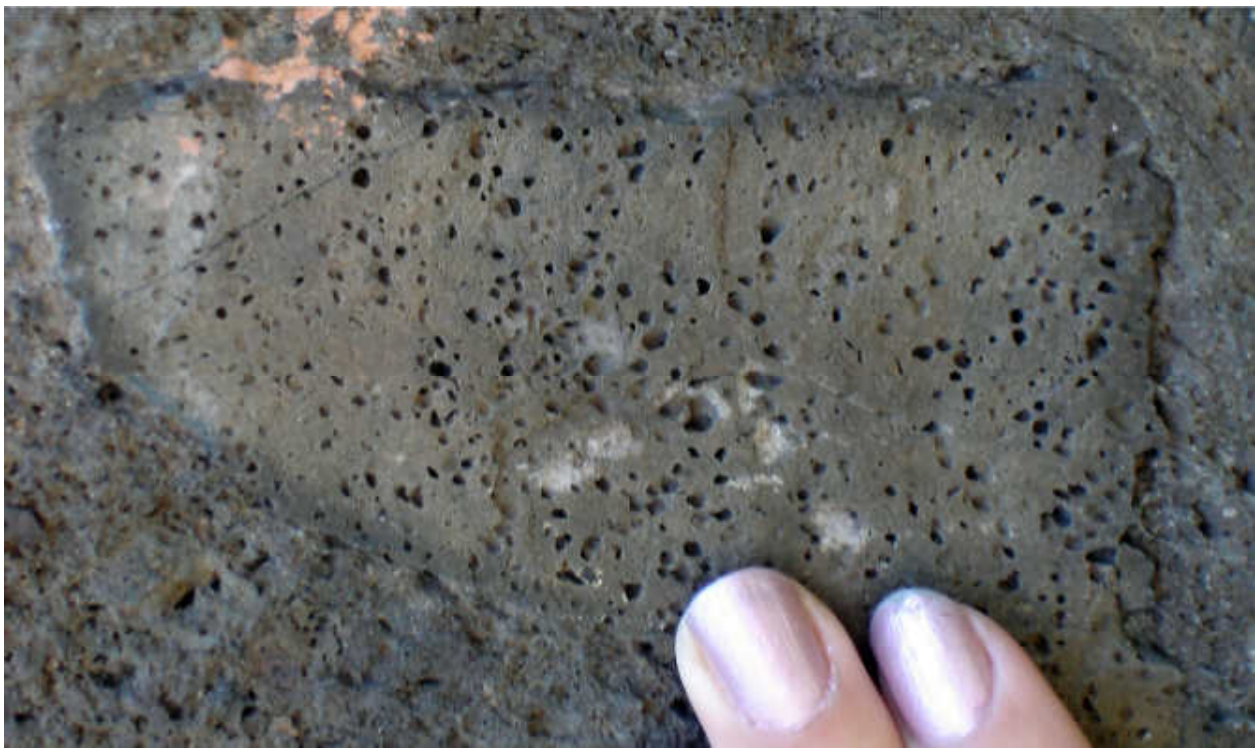


Рис. 55. Оплавленные обломки в эруптивной брекчии

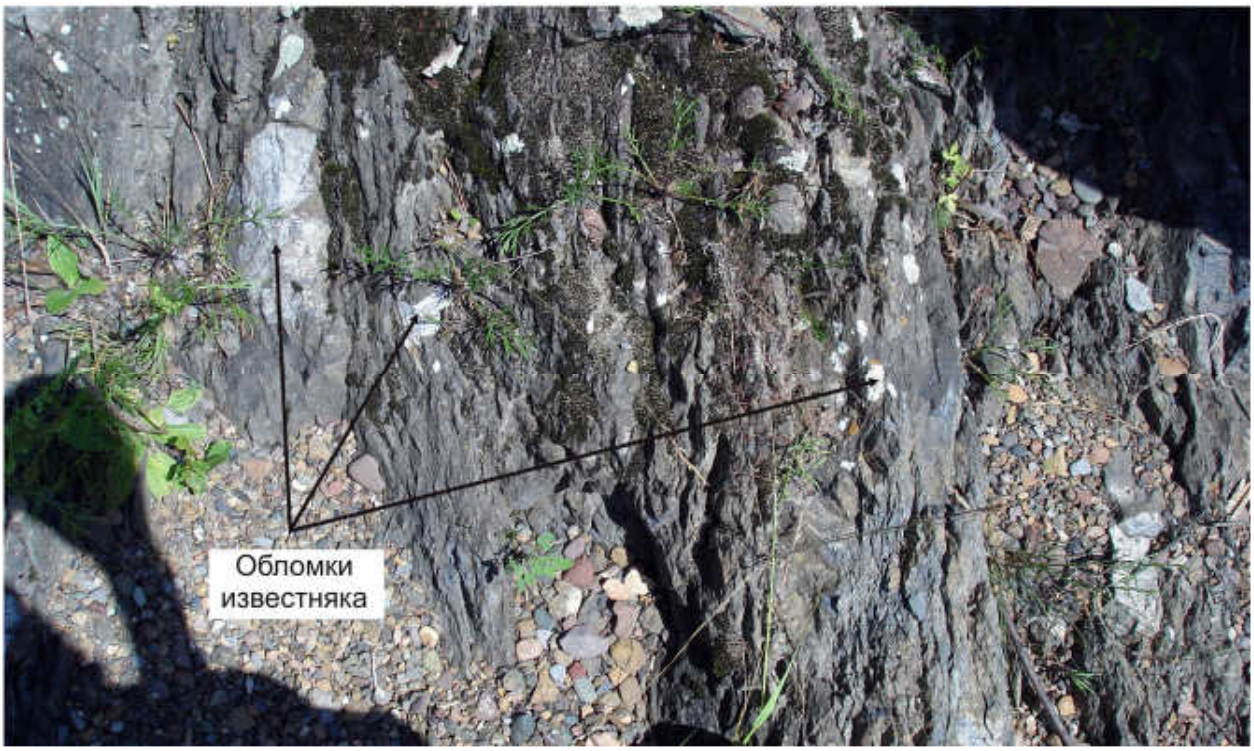


Рис. 56. Ксенолиты известняка в андезите имирской свиты

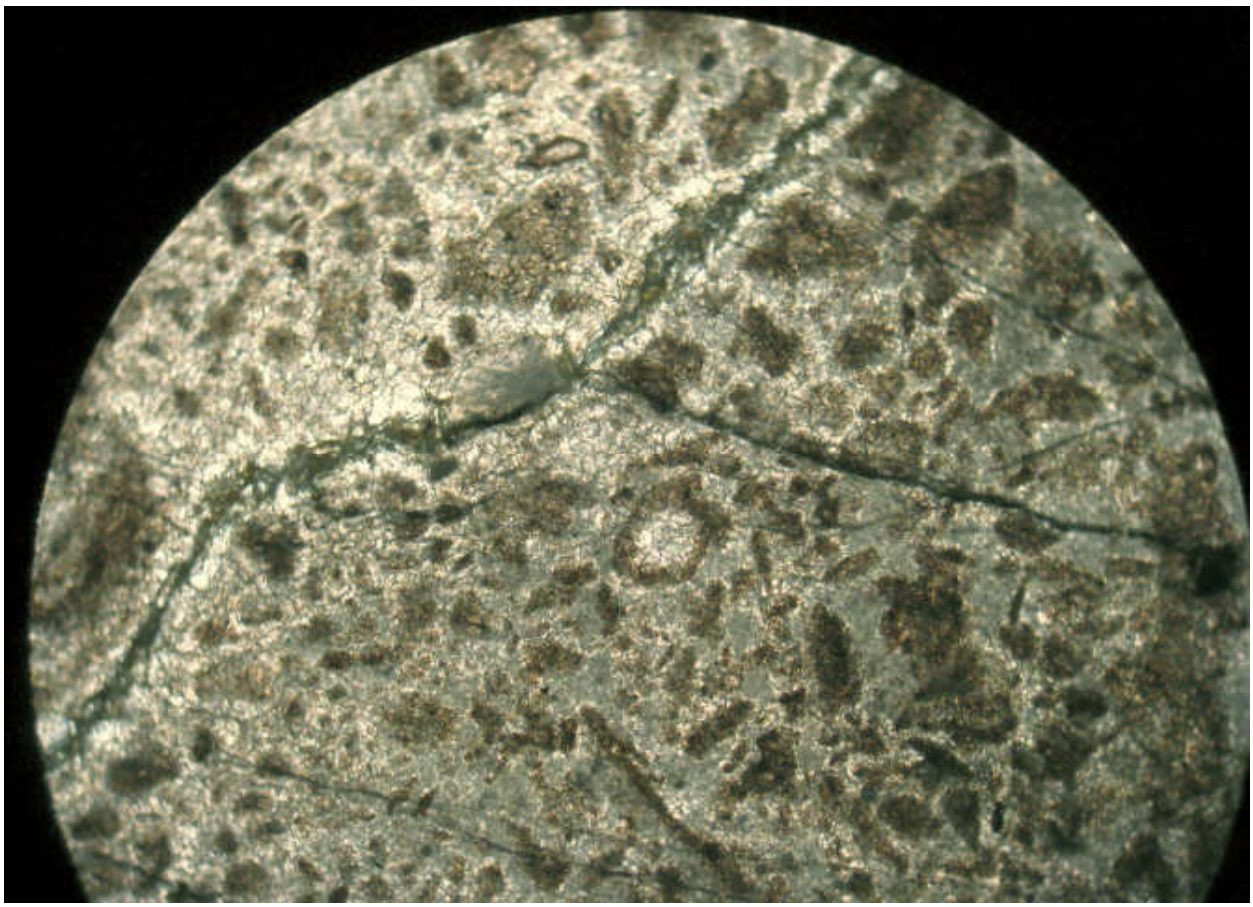


Рис. 57. Метаморфизованный доломит с микрофитолитами (шлиф). Овсянковская свита, на берегу между р. Крутенькая и р. Караульная

Рис. 58. Зона дробления известняка унгутской (караулинской) свиты, залеченная белым кальцитом

Рис. 59. Известняк с онколитами – округлыми желвачками бактериального происхождения. (шлиф). Унгутская (караулинская) свита, ниже устья р. Караульная.

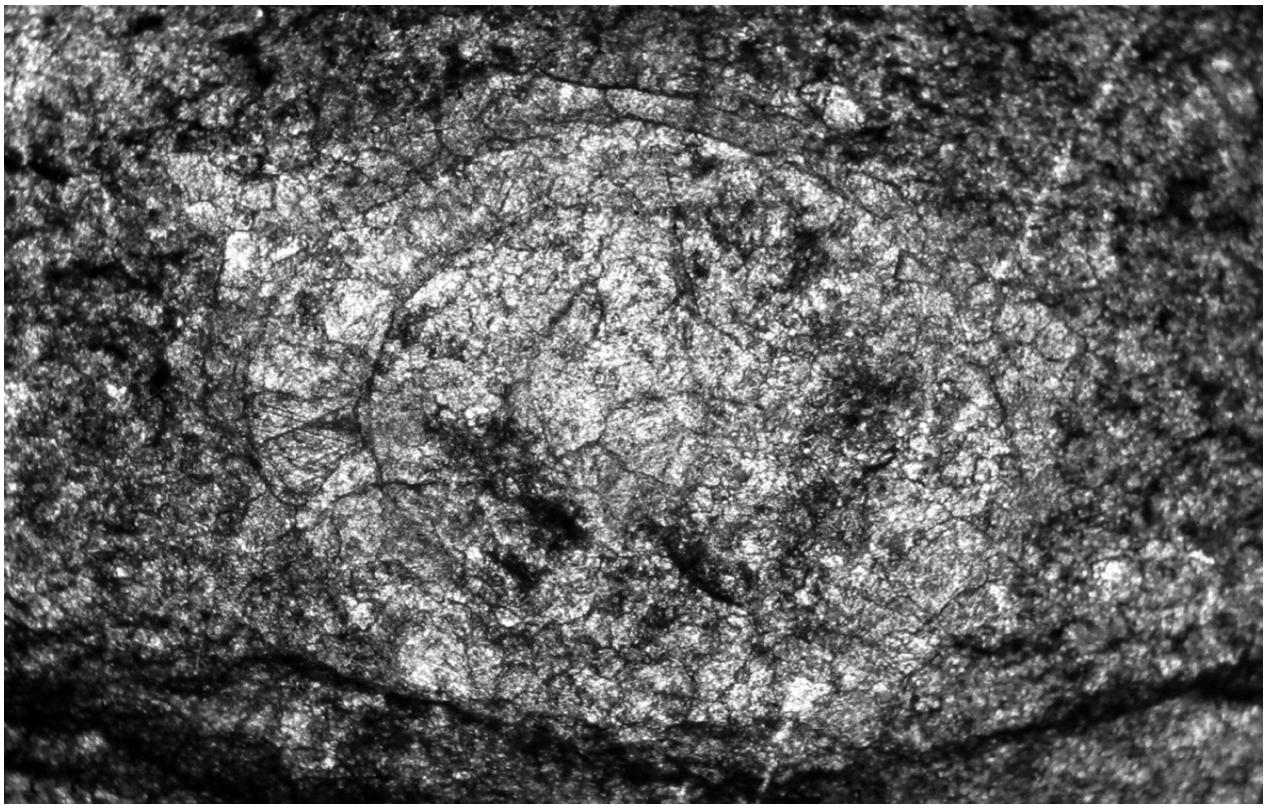


Рис. 60. Известняк с округлым поперечным сечением трубчатой мелкораковинной фауны.

Пласты однообразно ориентированы в северо-западном направлении, т. е. образуют моноклиналь, а по существу слагают восточное крыло Караулинской синклинали. Элементы залегания слоистости пород меняются от аз. пад. $280^o \angle 50^o$ до $0^o \angle 30 - 40^o$. Нередко известняки разроблены.

В известняках содержится мелкораковинная фауна томмотского века раннего кембрия (рис. 60).

По ходу маршрута окаменелости можно собрать близ бухты, где имеется остановка пассажирского катера: на вершине последней скалы перед бухтой и в карьере Караульнинского месторождения. Для извлечения фауны породы следует скалывать вдоль слоистости. Окаменелости выявляются по блеску их трубчатых скелетов при повороте образца. Они имеют цилиндрическую форму и округлые поперечные сечения. Фауну можно увидеть невооруженным глазом (рис. 61). Но для рассмотрения деталей строения трубок рекомендуется воспользоваться лупой.

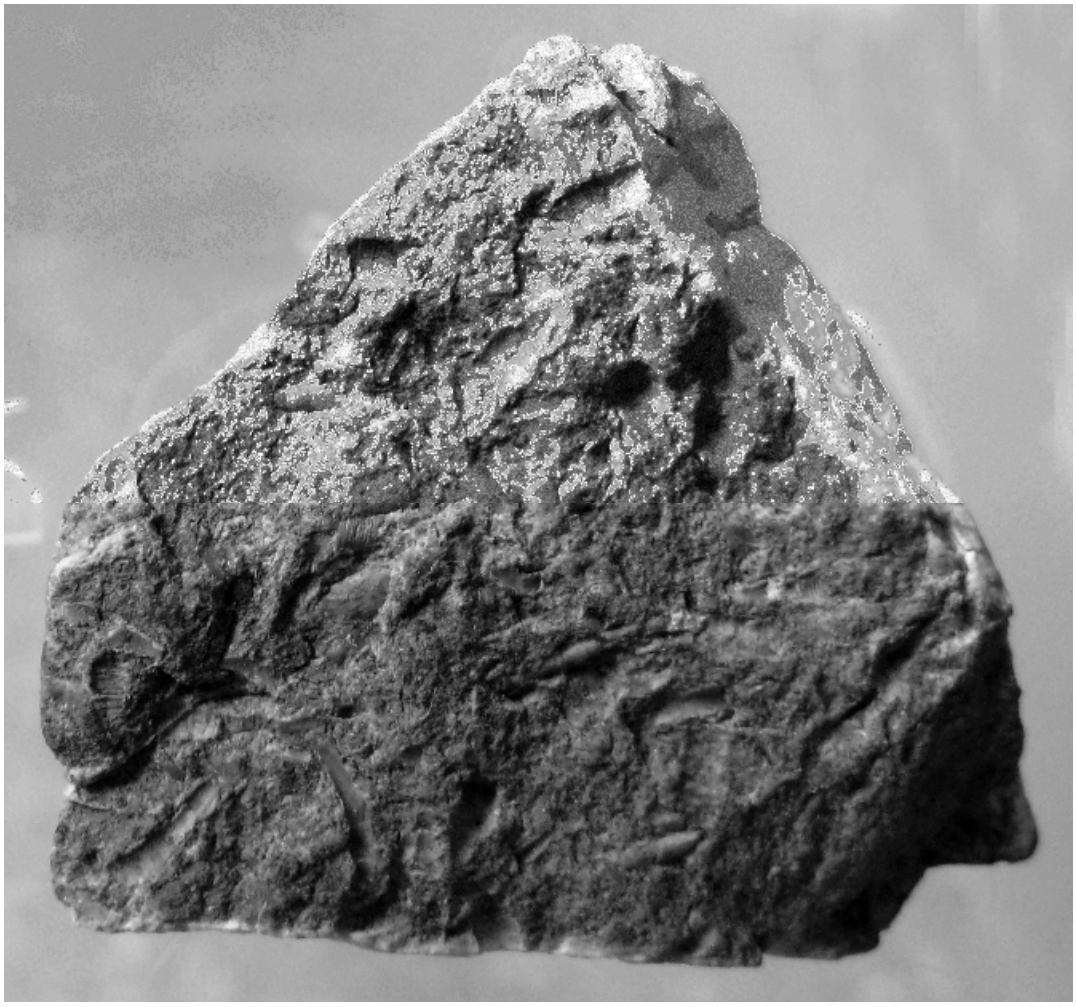


Рис. 61. Известняк с остатками трубчатой мелкораковинной фауны.

Конечная точка наблюдения расположена близ мостика через р. Караульная на расстоянии 250 м по аз 30° от ее устья. Здесь, на левом берегу речки, в заброшенном карьере, вскрывающем Караульнинское месторождение известняка, маршрут завершается. Месторождение известно с 1869 г. и

эксплуатировалось для получения извести путем обжига кальцитового известняка. Размеры карьера составляют 100 на 50 м. В карьере обнажены серые и темно-серые слоистые плитчатые известняки унгутской свиты. В них встречается мелкораковинная фауна. Элементы залегания слоистости пород: аз.пад 0° $\angle 30 – 40^{o}$.

Обнажения известняков продолжаются выше по обоим бортам р. Караульная. В известняках имеются гроты и пещеры, самая большая из которых (Караульная) имеет протяженность до 500 м. Крупнейший грот, расположенный на берегу р. Енисей, выше устья р. Караульная («пещера Елинева»), является ценным археологическим памятником. Здесь выявлена непрерывная последовательность множества культурных слоев с возрастом от неолита до средневековья. В разные эпохи пещера использовалась местными племенами или как культовый центр, или просто как сезонная стоянка рыболовов.

Выше упоминалось, что часть данного маршрута (от пос. Удачный до р. Крутенькая) можно пройти не по берегу р. Енисей, а по дороге через пос. Удачный и далее через сосновый бор. В этом случае на расстоянии 500 м от начальной точки маршрута в мелких искусственных и естественных обнажениях встречаются породы, вмещающие Слизневскую протрузию. Внешне они имеют облик конгломерато-брекчий. Размер наиболее крупных, округлых обломков достигает 2 – 3 см в поперечнике. Микроскопические исследования одного из образцов этой зоны показали, что брекчированию подверглись оолитовые (онколитовые) известняки, вероятнее всего, унгутской (караулинской) свиты. Данные породы имеют брекчиевую структуру, пятнистую текстуру. Цвет их светло-серый. По трещинам наблюдаются прожилки кальцита белого цвета мощностью от 1 мм до 2,5 мм. Минеральный состав: кальцит – основная масса, кварц и рудный минерал – единичные зерна.

Далее, вплоть до р. Крутенькая, дорога пересекает Слизневский массив гипербазитов. По ходу маршрута породы массива, вследствие своей сильной дислоцированности, облегчающей их выветривание, слабо обнажены и только вблизи р. Крутенькая в дорожной выемке наблюдаются их крупные обнажения. Породы представлены серпентинитами и уралитовыми габбро. Серпентинит окрашен в зеленый цвет. Структура мелкозернистая, текстура массивная. В породе наблюдается развитие голубовато-зеленого серпентина в виде пятен округлой и неправильной формы размером до 7 – 10 мм. Минеральный состав: серпентин – 93 – 95 %, рудный минерал – 5 – 7 %. Уралитовое габбро имеет габбровую структуру. Минеральный состав: плагиоклаз (основной) – 50 – 55 %, моноклинный пироксен – 15 – 20 %, уралит – 10 – 15 %, серпентин, хлорит – 3 – 5 %, эпидот, цоизит – 3 – 5 %.

На этом отрезке маршрута можно встретить также и другие типы пород. В обломках из делювиальных свалов залегающей выше по склону имирской свиты встречаются литокластические туфы среднего состава. Порода грязно-зеленого цвета состоит из остроугольных обломков (70 %) черного, серого и желтовато-серого цветов. Размер их в поперечнике колеблется от 1 до 20 мм. Иногда обломки имеют закругленные края. Основная масса имеет

грязно-зеленовато-серый цвет. По всей породе развиваются мелкие гнезда и тонкие прожилки кальцита. Структура основной массы тонкозернистая, текстура слабовыраженная сланцеватая. Состав: обломки андезита – 70 %, обломки разложенного стекла – 3 – 5 %, связующая масса – 20 %, рудный минерал – 1 – 3 %.

В основании дороги обнажаются маломощные (0,5 – 1,5 м) основного состава дайки, относящиеся к дайковому комплексу.

2.6. МАРШРУТ «КАРЬЕР СУХОЙ»

Целью маршрута является изучение разреза чаргинской свиты ($C_1čr$), вскрытой карьером вблизи платформы Сухой (рис. 62).

Карьер обнажает коренные породы на склонах по правому берегу р. Березовка. Он позволяет детально познакомиться со сменой литологического состава пород на протяжении 80 м по вертикали. Отложения чаргинской свиты залегают в форме пологих моноклиналей с элементами залегания аз. пад. 120° ∠5° (рис. 63). Породы представлены пестроцветными песчаниками, алевролитами, конгломератами с прослоями мергелей и известняков, содержащих гнезда, линзы и ветвящиеся прожилки халцедона. Детальный разрез этих пород в карьере показан на рис. 64. Если низы свиты не вскрыты, то верхи в описываемом обнажении эродированы и перекрыты современными отложениями. Последние представлены рыхлыми песчано-глинистыми породами, содержащими окатанные гальку, валуны и погребенные почвы. Известны в них находки костных остатков плохой сохранности, принадлежащих представителям мамонтовой фауны.

При выделении слоев в разрезе отложений чаргинской свиты руководствовались совокупностью признаков – составом, структурой, цветом и прочностью пород. К наиболее общим особенностям описываемого разреза можно отнести пестроцветность пород, причем, в основании преобладают красноцветы, а выше начинают превалировать зеленовато-серые цвета. В этом же направлении можно отметить рост карбонатности пород (рис. 65, 66).

Основными разновидностями пород в описываемом разрезе являются алевролиты, песчаники, гравелиты, конгломераты и известняки. Описания наиболее типичных пород приведены ниже.

Преобладающими являются алевролиты. Они окрашены в красновато-бурый, серый, зеленый цвета. Текстура обычно неслоистая, комковатая. Структура алевролитовая. Форма обломков размером 0,03 – 0,08 мм изометричная, окатанная. Часто они корродируются цементом.

Состав терригенного материала: кварц (преобладает) – 15 %, полевой шпат – 10 %, халцедон, глинизированные обломки, карбонатные обломки – 5 %. Обломки кварца и его агрегатов неправильной, угловатой и реже окатанной формы. Они прозрачны и имеют облачное погасание.

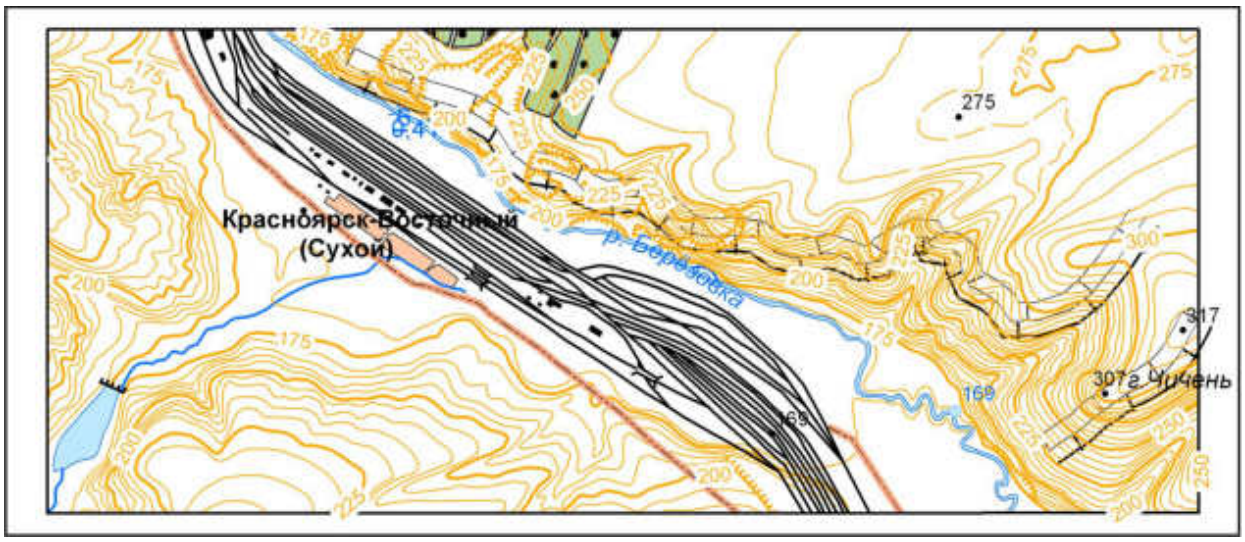


Рис. 62. Топографическая схема района пл. Сухой. Масштаб 1:50 000

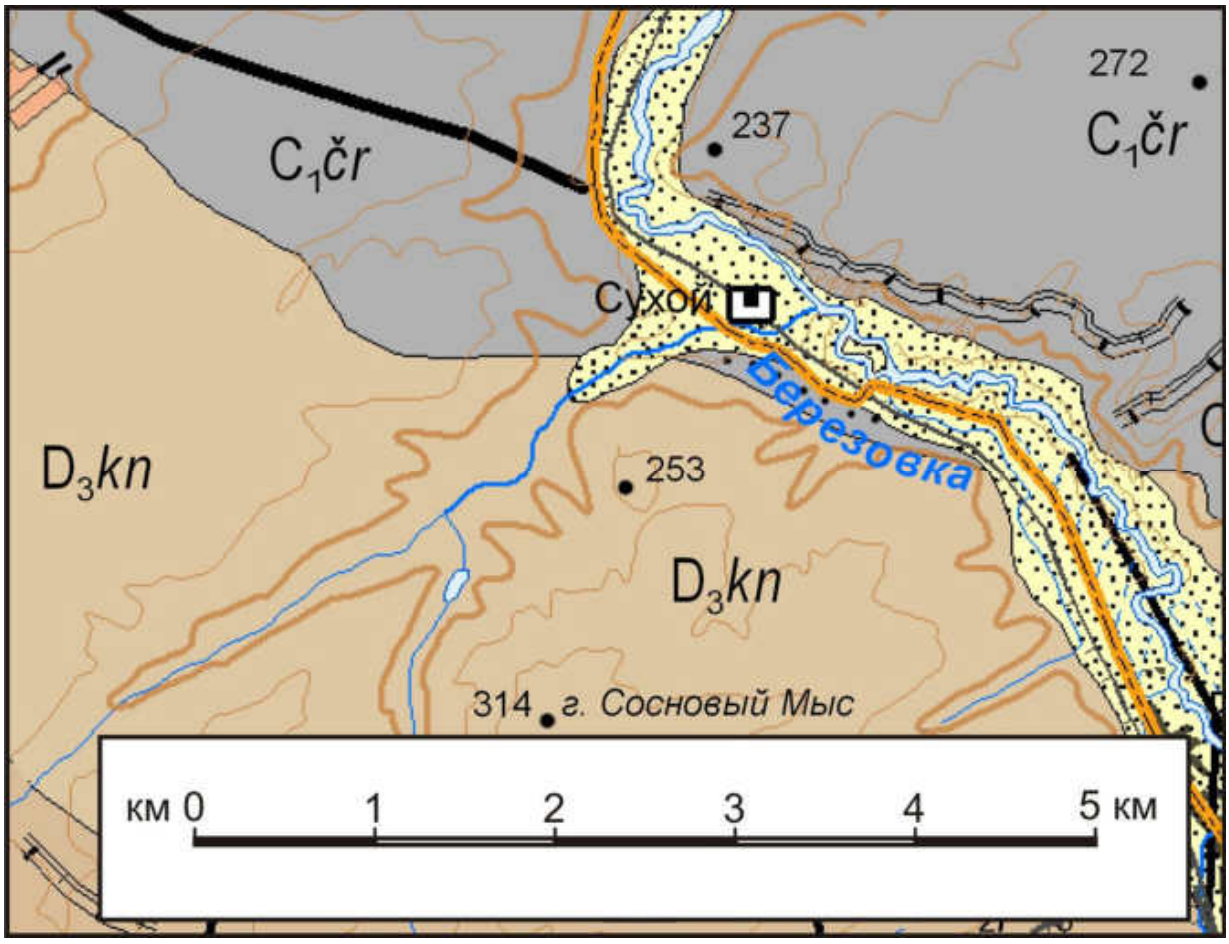
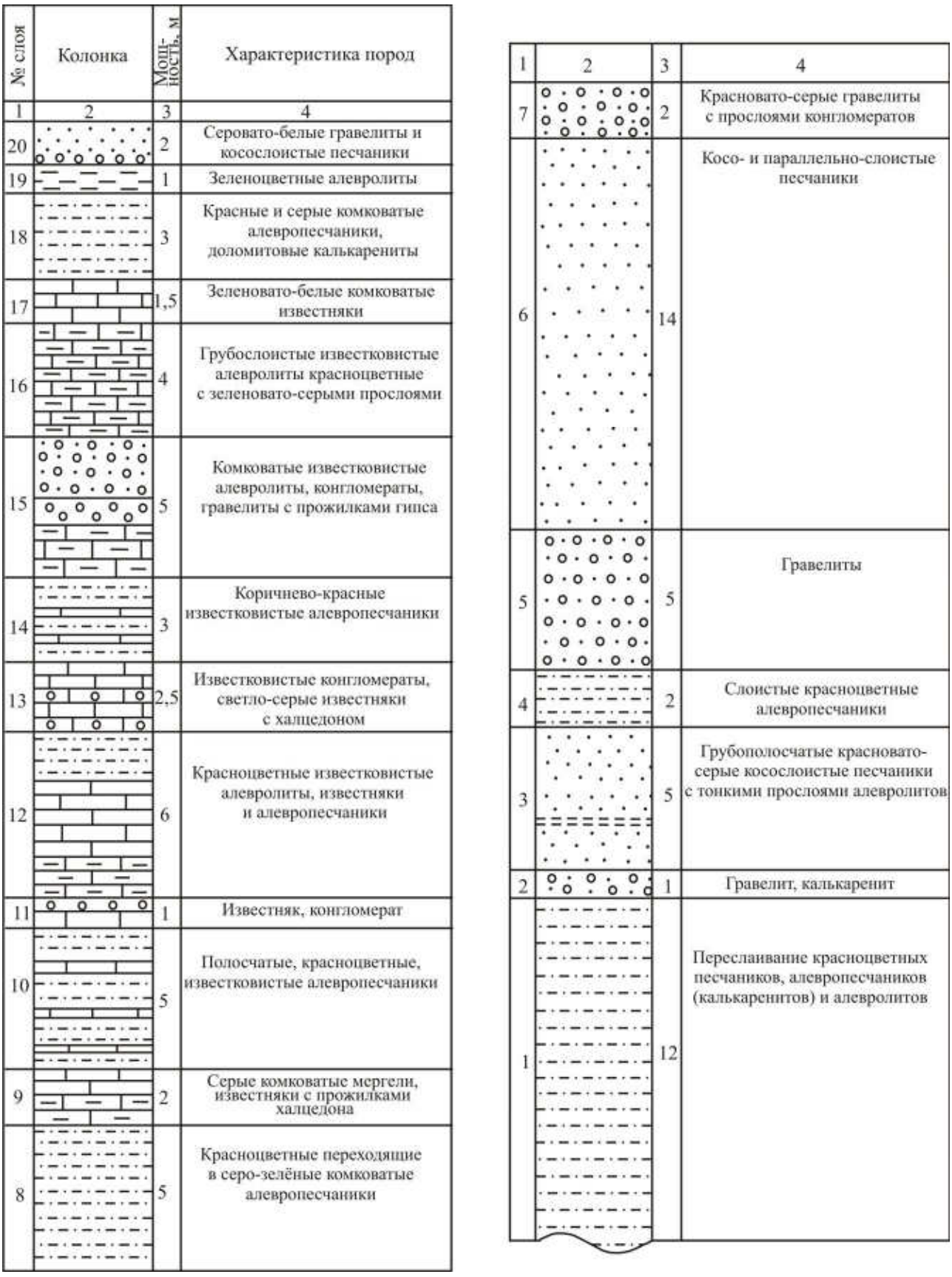


Рис. 63. Геологическая карта района пл. Сухой (условные обозначения приведены в прил. 2)



№ слоя	Колонка	Мощность, м	Характеристика пород
1	2	3	4
20		2	Серовато-белые гравелиты и косослоистые песчаники
19		1	Зеленоцветные алевролиты
18		3	Красные и серые комковатые алевропесчаники, доломитовые калькаренитыы
17		1,5	Зеленовато-белые комковатые известняки
16		4	Грубослоистые известковистые алевролиты красноцветные с зеленовато-серыми прослоями
15		5	Комковатые известковистые алевролиты, конгломераты, гравелиты с прожилками гипса
14		3	Коричнево-красные известковистые алевропесчаники
13		2,5	Известковистые конгломераты, светло-серые известняки с халцедоном
12		6	Красноцветные известковистые алевролиты, известняки и алевропесчаники
11		1	Известняк, конгломерат
10		5	Полосчатые, красноцветные, известковистые алевропесчаники
9		2	Серые комковатые мергели, известняки с прожилками халцедона
8		5	Красноцветные переходящие в серо-зелёные комковатые алевропесчаники

1	2	3	4
7		2	Красновато-серые гравелиты с прослоями конгломератов
6		14	Косо- и параллельно-слоистые песчаники
5		5	Гравелиты
4		2	Слоистые красноцветные алевропесчаники
3		5	Грубополосчатые красновато-серые косослоистые песчаники с тонкими прослоями алевролитов
2		1	Гравелит, калькаренит
1		12	Переслаивание красноцветных песчаников, алевропесчаников (калькаренитов) и алевролитов

Рис. 64. Литологическая колонка, построенная по данным изучения разреза чаргинской свиты в карьере «Сухой»

Рис. 65. Коренные выходы пород чаргинской свиты в карьере «Сухой»

Рис. 66. Ритмичное переслаивание красноцветных и сероцветных песчаников, известковистых алевролитов и гравелитов (калькаренитов) в нижней части карьера «Сухой»

Полевой шпат чаще в виде призматических зерен, представлен плагиоклазом (иногда наблюдаются полисинтетические двойники) и калишпатом (простые двойники, микроклиновая решетка). Халцедон представлен окатанными обломками тонкозернистого, порой близкого к сферолитовому, строения. В проходящем свете белый прозрачный. Глинизированные обломки буроватого цвета в проходящем свете и в скрещенных николях имеют серые, темно-серые тона, мелкозернистое строение с неправильной червеобразной формой зерен. По оптическим свойствам и морфологии, очевидно, глинистое вещество представлено каолинитом.

Цемент базального типа составляет 70 – 75 %. По составу железисто-карбонатный, буровато-серый в проходящем свете. Среди него наблюдаются прожилки и гнезда светлого карбоната.

Карбонатные обломки микрозернистого строения, буроватого цвета выделяются на фоне карбонатного цемента. В цементе карбонат двух форм проявления: мелкозернистый бурый в тесной ассоциации с лимонитом, форма зерен близка к изометричной; светлый, прозрачный, разнозернистый. Последний в основной массе мелкозернистый с полигональной формой зерен. В порах зерна продолговатые и более крупные. По составу карбонат представлен кальцитом.

Среди песчаников выделяются калькарениты – механически отложенная карбонатная порода, сложенная в основном карбонатными обломками песчаной размерности, сцементированными кальцитом. Калькарениты окрашены в светло-коричневый цвет, но менее интенсивно, чем алевролиты. Окраска обусловлена наличием в составе цемента гидроокислов железа. Серый цвет обломочного материала придает породе пятнистость. В некоторых образцах текстура породы неслоистая. Пористость ее незначительная (не более 5 %). Структура псаммитовая. Зерна размером 0,2 – 0,6 мм имеют среднюю окатанность. В составе породы преобладает кальцит. Окрашивание выявляет небольшое количество доломита.

Компонентный состав: обломки (35 – 40 %): известняки пелитоморфные и зернистые, кварц, халцедон, яшмы, кварциты, туфы кислого состава, калиевый полевой шпат. Обломки известняка имеют хорошую окатанность. Они содержат примесь пелитоморфного материала и имеют серую с бурыми оттенками окраску. Можно встретить зерна, имеющие каемки регенерации либо корродированные цементом.

Кварц образует зерна с хорошей окатанностью. Часто трещиноват и имеет волнистое погасание. Он также может иметь регенерационные каемки.

Обломки халцедона светло-серой окраски имеют параллельно волокнистое и сноповидное строение. Выявляются обломки, отвечающие по составу яшмам и кварцитам. Они имеют среднюю и слабую окатанность, серый цвет. Структура гранобластовая, меняющаяся от микрозернистой до среднезернистой.

Обломки туфов кислого состава широко распространены в породе и характеризуются хорошей окатанностью. Калиевый полевой шпат представ-

лен альбитом. Обломки его по краям претерпевают вторичные изменения и выглядят более мутными.

Цемент породы кристаллически зернистый базального типа (60 – 65 %), состоит из кальцита. Цвет его буровато-серый, что объясняется присутствием примесей гидроокислов железа. Цемент не полностью заполняет промежутки между обломками. Встречаются поры размером 0,09 –1 мм.

В разрезе чаргинской свиты широко распространены известковистые гравелиты. Породы светло-зеленого цвета нечеткослоистой текстуры, обусловленной чередованием слоев разнозернистой структуры от грубообломочной до крупнообломочной. Размеры обломков варьируют от 5 – 8 до 1 – 0,3 мм в диаметре, форма окатанная, состав обломков полимиктовый. Цемент карбонатный, наблюдается бурная реакция с соляной кислотой.

Под микроскопом слоистость не отмечается, структура меняется от алевритовой до грубообломочной (размеры зерен 0,04 – 1,0 и 2 мм в диаметре). Обломки крупные окатанные, мелкие (алевритовой размерности) полуокатанные, угловатые. Количество обломочного материала 60 - 65%. Состав обломков: кварц – 30 %, полевой шпат – 5 %, обломки кварц-халцедонового состава – 10 %, карбонатного состава – 15 – 20 %.

Цемент поровый, по составу карбонатный.

Кварц наблюдается преимущественно в песчано-алевритовой размерности, форма зерен окатанная и полуокатанная. Зерна светлые, прозрачные часто с облачным погасанием.

Полевой шпат представлен плагиоклазом и калиевым полевым шпатом. Форма обломков окатанная и полуокатанная ближе к призматической. Плагиоклаз характеризуется полисинтетическим двойникованием, не всегда четко выраженным, по характеру двойников относится к кислым-средним плагиоклазам.

Калиевый полевой шпат представлен микроклином с характерной микроклиновой решеткой. Отдельные обломки пелитизированы, имеют буроватую окраску, трещиноваты.

Кварц – халцедоновые обломки окатанной, овальной формы, размеры от псаммитовой до грубообломочной размерности, желтоватой, буроватой окраски. Структура обломков от мелкозернистой до среднезернистой сферолитовой. Среди мелкозернистой массы часто наблюдаются отдельные сферолиты халцедона. В некоторых обломках присутствует опал. Они имеют на периферии изотропные каймы либо почти полностью изотропны.

Обломки карбоната, как правило, грубообломочные, окатанные с микро- и мелкозернистой внутренней структурой. Первые в проходящем свете буроватые, форма зерен изометричная. Мелкозернистые обломки имеют неправильную ромбовидную форму зерен.

Цемент (от мелко- до крупнозернистого) карбонатный. Крупнозернистый карбонат более поздний, т. к. образует гнезда, прожилки, пересекая мелкозернистый. В крупных зернах видны полисинтетические двойники, спайность. По оптическим свойствам и взаимодействию с соляной кислотой

соответствует кальциту. В цементе отмечаются редкие выделения хлорита, рудных минералов и циркона.

Известняки обычно представляют собой зеленовато-серую породу. Структура ее под микроскопом разнозернистая от микро- до мелкозернистой. Наблюдается окремнение желтым, бурым либо черным халцедоном с образованием гнезд, желваков и прожилков. Текстура часто бывает конгломератовидной, обусловленной выделением округлых обломков (разм. 2 – 10 мм) микрозернистого серого карбоната среди цементирующей зеленоватой массы.

Микроскопически устанавливается грубообломочная (псефитовая) структура.

Количество обломочного материала – 60 – 70 %. Состав: карбонатные обломки – 50 – 60 %, глинисто-карбонатные обломки – 5 – 10 %, кремнистые стяжения (желваки) – 3 – 5 %.

Карбонатные обломки по структуре от микро- до микрозернистых, разнозернистые в пределах одного обломка. По форме округлые, овальные, размеры их варьируют от 0,8 до 5 мм в диаметре. В проходящем свете серые, буровато-серые, содержат редкие включения халцедона и рудных минералов – пирита, судя по квадратным формам сечений.

Глинисто-карбонатные обломки темные за счет включений темного почти черного глинистого (углисто-глинистого) вещества, которое не всегда равномерно распределено по обломку.

Кремнистые стяжения (гнезда) порой рассекаются, окаймляются карбонатом. В скрещенных николях характеризуются зернистым, зернисто-сферолитовым строением, натечным текстурным рисунком.

Цемент базального типа (кремнисто-карбонатный) составляет 35 – 40 % от объема породы. Карбонат среднезернистый, светлый, прозрачный кальцит. Среди карбоната выделяются гнезда прожилки, прерывистые каемки буроватого халцедона, распределяющегося часто вокруг обломков карбоната.

Разрез чаргинской свиты является прекрасным объектом для выполнения ритмостратиграфического анализа. По закономерной смене гранулометрического состава (см. рис. 64) наглядно выявляются трансгрессивные и регрессивные ритмы разных порядков. Возможна также реконструкция фациальных условий осадконакопления в данное время. Они отвечают эвапоритовой фации равнин (себха). Осадконакопление происходило на контакте с жарким засушливым климатом в изолированных водоемах (выше уровня прилива) либо в мелководных лагунах часто в приливно-отливной зоне. Отражением климатических условий является красноцветность толщ, появление в них гипса. Разрез чаргинской свиты свидетельствует о сильной изменчивости условий осадконакопления, выражающейся в резкой смене гранулометрического состава пород, окислительно-восстановительных условий, определяющих смену красных цветов на зеленые, появление пиритовых конкреций. Косая слоистость отдельных слоев песчаников указывает на существование водных течений.

2.7. МАРШРУТ «ЧАСОВНЯ»

Цель маршрута – изучение речных террас р. Енисей и красноцветных девонских отложений павловской свиты (D_2pv), а также проявлений современных склоновых геологических процессов.

Маршрут проходит в пределах городской черты. Начинается он в центре города на левом берегу рядом с Коммунальным мостом, у парапета на площадке, возвышающейся над набережными. Отсюда имеется хороший обзор террас р. Енисея. Далее маршрут проходит по ул. Перенсона к подножию Караульной горы (рис. 67). Подъем на неё и спуск с её противоположной стороны позволяют изучить разрез отложений павловской свиты (рис. 68), а также наблюдать на склонах овражообразование и оползневые явления.

Город Красноярск расположен преимущественно по берегам р. Енисея. Они представляют из себя ступенчатую эрозионно-аккумулятивную долину сложного строения. Сильно изрезанные, крутые склоны верхней части долины в районе Студенческого городка вниз по течению становятся пологими, с плавными очертаниями (рис. 69). В поперечном профиле долины р. Енисея прослеживаются девять надпойменных террас с относительной высотой от 8 – 12 до 220 м. Преимущественно они относятся к аккумулятивным, хотя наблюдаются и цокольные.

С начальной точки маршрута в случае хорошей погоды и отсутствия смога мы наблюдаем некоторые террасы Енисея. Аллювиальные отложения поймы Енисея занимают большую площадь вдоль берегов и на его островах – Татышева, Отдыха и др. Мощность пойменного аллювия до 50 м. В рельефе островов выделяются пойменная и первая надпойменная террасы. Вторая и третья надпойменные террасы занимают значительную площадь (на второй располагается пр. Красноярский рабочий, а на второй и особенно третьей - исторический центр города). На левом берегу вторая надпойменная терраса осложнена техногенным террасированием набережных. Четвертая терраса размыта, пятой отвечает уровень Зеленой рощи и проспекта Металлургов. Шестая терраса выделяется четким уступом (Кузнецовское плато) на склоне Торгашинского хребта. Хорошо видны седьмая (Торгашинская) терраса, на которой расположены дачи на правом берегу и Академгородок – на левом. Комплекс зданий Сибирского федерального университета (главный корпус, библиотека, Институт нефти и газа, общежития и т. д.) расположен на восьмой (Худоноговской) террасе. Самая высокая – девятая (Бадалыкская) терраса.

После знакомства с террасами маршрут следует к подножию Покровской (Караульной) горы. На подходе к ней по ул. Перенсона хорошо видно, что Покровская гора представляет собой фрагмент куэсты, у которой один склон пологий вдоль падения слоев под углами 10 – 12° и на нем располагается жилой район Покровка.

Рис. 67. Схема маршрута «Часовня» (масштаб 1:25 000)

Рис. 68. Геологическая карта на район центра г. Красноярска

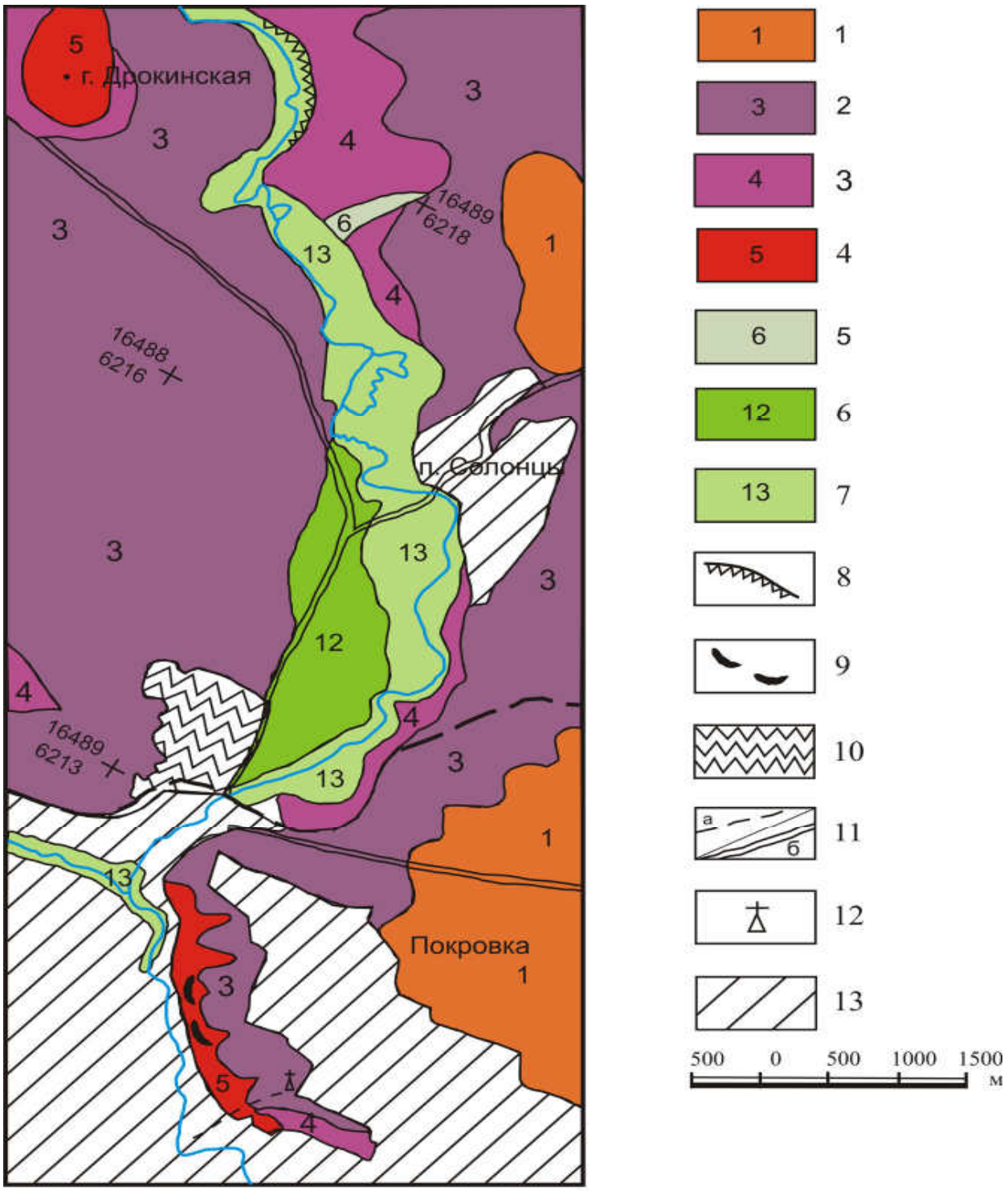


Рис. 69. Геоморфологическая карта Качинской площади (Сазонов и др., 2005):

1 – денудационный рельеф холмистой равнины (неоген-палеоген); 2 – эрозионно-денудационный пологосклонный рельеф N_2 – Q; 3 – то же, умеренной крутизны; 4 – эрозионно-гравитационный крутосклонный рельеф Q; 5 – эрозионно-аккумулятивный рельефлогов Q; 6 – поверхность I аккумулятивной террасы; 7 – пойма; 8 – эрозионный уступ; 9 – оползни в отложениях D_2; 10 – глиняные карьеры кирпичного завода; 11 – дороги (а – железная; б – шоссейная); 12 – часовня; 13 – застройка города и поселка Солонцы

Нижние части склона обнажены и среди красноцветных отложений четко выделяются более устойчивые к выветриванию и выступающие в рельефе маркирующие горизонты известняков. Противоположный склон ориентирован поперек слоев и более крутой.

Подъем на Покровскую гору позволяет познакомиться с разрезом павловской свиты. Она залегает на карымовской свите (D_1kr) с перерывом и несогласием. Отложения свиты прослеживаются в широтном и субширотном направлении от ст. Зыково до дер. Дрокино и занимают значительную территорию в районе г. Красноярска.

В составе свиты выделяют 3 подсвиты, которые отличаются составом. Верхняя и нижняя – преимущественно песчано-алевритовые отложения, а средняя подсвита содержит прослои известняков со стяжениями красного халцедона.

На южном склоне Покровской горы обнажаются породы среднепавловской подсвиты (D_2pv_2). Для подсвиты характерно чередование пестроокрашенных алевролитов, мергелей, известняков с линзовидными телами неравномернозернистых конгломератовидных песчаников, реже гравелитов. Для них характерно преобладание красновато-бурого и кирпично-красного цветов с пятнами и прослоями серого и голубовато-серого цвета. Наиболее заметными породами являются известняки и мергели, массивные и плитчатые, с окраской желтоватого, серого или бурого цветов. Они содержат гнезда, стяжения, прожилки голубоватых или коричневых халцедонов. Мощность прослоев известняка – от 0,5 до 6,0 м. Пласты известняка прослеживаются по простиранию цепочками в виде выступов как более устойчивые к выветриванию породы. Число пластов известняка 6 – 8. Мощность подсвиты 120 – 150 м.

Обнажение в нижней части Покровской горы прослеживается от подножья вверх на 35 – 40 м (рис. 70).

Маршрут проходит по лестнице вдоль оврага, в котором лучше всего обнажаются породы и можно параллельно изучать строение этого современного образования. Послойное изучение пород позволяет выделить 12 слоев. Среди них наиболее мощными являются слои красноцветов. Они представлены комковатыми, неслоистыми либо слабослоистыми мергелями, алевролитами, алевропесчаниками, реже песчаниками. Отбор образцов затруднен в связи с сильной их выветрелостью. Эти породы чередуются с плотными, выступающими в рельефе серовато-белыми известняками и калькаренитами. Они играют роль маркирующих горизонтов и препятствуют развитию оврагов выше по склону.

По направлению вверх в этих слоях увеличивается содержание халцедоновых стяжений и прожилков красно-коричневого цвета (рис. 71). Размеры их варьируют в больших пределах: ширина от первых миллиметров и сантиметров, длина до десятков сантиметров. В данном обнажении выделяется 5 маркирующих горизонтов известняков мощностью от 0,7 до 2 м.

Рис. 70. Слой калькаренитов в основании разреза Покровской горы

Рис. 71. Прожилки халцедона в известняках маркирующих горизонтов

Под микроскопом известняк мелко-, микрозернистого строения, желваковой текстуры. Состав: карбонат – 75 – 80 %, халцедон – 20 – 25 %. На фоне мелкозернистой массы карбоната выделяются стяжения различных размеров (от 0,04 до 0,4 мм в диаметре), большей частью незональные. В некоторых случаях отмечается зональное строение карбоната, обусловленное чередованием светлых или более темных зон. Некоторые стяжения сложного строения имеют несколько концентров и включают в себя массу более мелких стяжений. Мелкозернистый карбонат как бы цементирует стяжения, в нем отмечаются тончайшие рудные включения и прожилки, распределяющиеся по контакту зерен. Рудное вещество кое-где просвечивает темно-бурым цветом (гидроокислы Mn?). Среди массы карбоната встречаются редкие обломки кварца неправильной формы алевролитовой размерности. Форма зерен кальцита (он бурно реагирует с соляной кислотой) близка к изометричной.

Халцедон образует прожилки. Прозрачные их участки хорошо раскристаллизованы.

После этого обнажения маршрут продолжается по задернованному склону Покровской горы до Часовни Параскевы Пятницы (рис. 72). Вблизи вершины видно, что пологий склон горы бронируется ещё одним горизонтом известняков. С вершины горы в хорошую погоду открывается вид на большую часть города и можно ещё раз наблюдать практически все террасы Енисея (рис. 73).

Спускаясь по склону западнее линии маршрута, можно вновь наблюдать коренные выходы известняков (маркирующие горизонты). Недалеко от подножия склона, на высоте примерно 20 – 25 м можно наблюдать крупный оползень. Он имеет протяженность более 100 м. С тыльной стороны тела оползня хорошо видна трещина отрыва и уступ высотой 3 – 4 м, свидетельствующий об опускании этого блока. Причиной оползня являются крутизна склона и недостаточная литификация отложений павловской свиты. Маршрут завершается у подножия южного склона Покровской горы.

В данном маршруте студенты знакомятся со среднепалеозойским этапом геологического развития района на примере среднепавловской подсвиты, образовавшейся в условиях мелководного морского (или крупного озерного) бассейна в среднем девоне.

В целом Покровская гора имеет форму куэсты, что обусловлено моноклинальным залеганием пород девона. Комплекс террас Енисея, наблюдаемый в этом маршруте, является прекрасной иллюстрацией геологической деятельности рек.

.

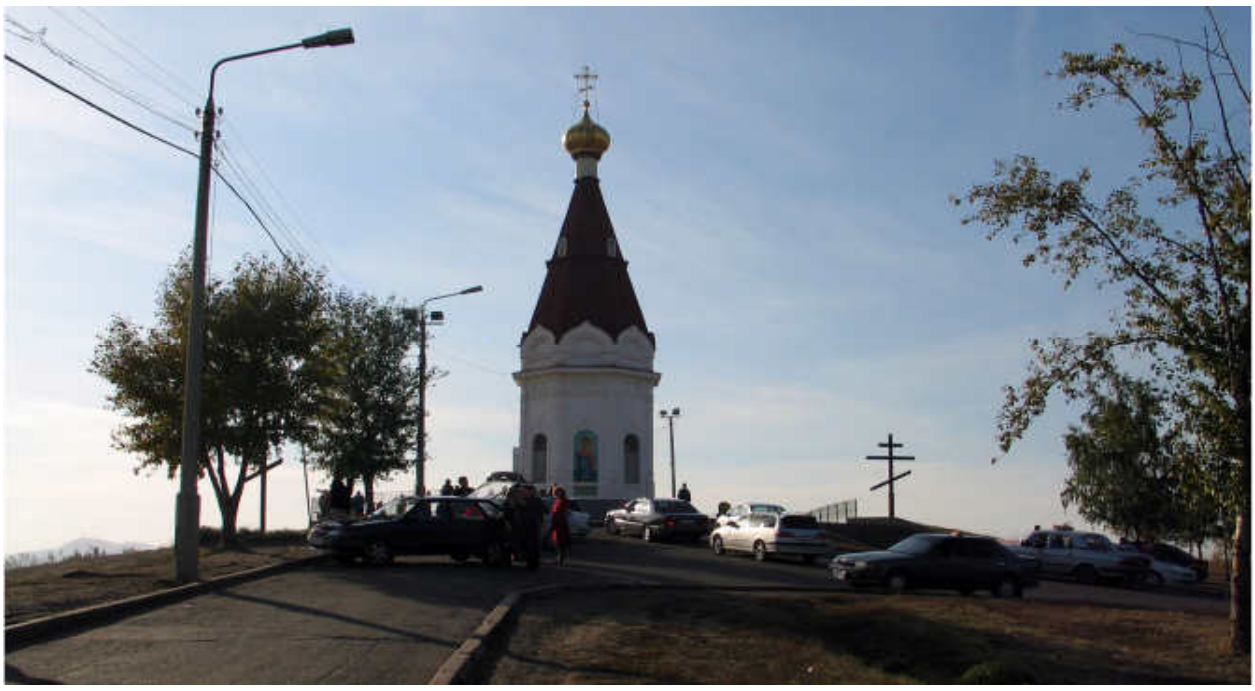


Рис. 72. Часовня на вершине Покровской горы

Рис. 73. Вид с Покровской горы на г. Красноярск

2.8. МАРШРУТ «ПОСЕЛОК СОЛОНЦЫ»

Задачами маршрута являются ознакомление с выходами пород кунгусской свиты (D_3kn), изучение строения долины р. Кача и состава галечниковых отложений руслового аллювия (рис. 74).

Маршрут проходит с западной стороны от пос. Солонцы на удалении 1,5 – 2 км от него (см. рис. 69). На верхней кромке борта долины р. Кача, на пологом склоне куэстовой гряды, обращенном к пос. Солонцы располагается цепочка мелких неглубоких карьеров. Они протягиваются вплоть до ближайшей вершины. Ранее эти карьеры поставляли материал для отсыпки местных дорог. В настоящее время они подновлены (см. рис. 67). Вскрытые в них гравелиты оказались привлекательными по своим декоративным особенностям и их стали использовать для украшения садово-парковых сооружений.

Вскрытые в этих карьерах породы кунгусской свиты протягиваются от центральной части о. Татышева на северо-запад до пос. Солонцы, где перекрываются юрскими отложениями (см. рис. 74).

Для свиты характерны пестроцветность окраски, с преобладанием красноцветной, наличие карбонатных стяжений и известняковых конгломератов. Это свидетельствует об аридных условиях образования пород. По р. Батоюшке в отложениях свиты развиты новообразования (кристаллы, линзы, прожилки) палыгорскита, целестина, барита, гипса, ангидрита и пирита. Свита подразделяется на 3 подсвиты. Карьерами вскрыта среднекунгусская подсвита (D_3kn_2), представленная песчаниками, алевролитами, аргиллитами с прослоями мергелей, известняковых гравелитов и линзами кварц-полевошпатовых конгломератов. В свите обнаружены остатки рыб Bothriolepis, в частности, в логу Нанжул в 1,5 км севернее пос. Солонцы. Мощность подсвиты 100 – 150 м.

В обследуемых карьерах, протягивающихся по простиранию толщи, в бортах от 1,5 до 8 м вскрывается семь слоев. Самый нижний из них полностью не вскрыт и представлен темными красновато-коричневыми рыхлосвязанными алевролитами. На них залегает линза плотных светлых серовато-коричневых гравелитов и конгломератов. Мощность ее сильно варьирует – от обычных 0,5 – 1 м до 3 – 4 м в раздувах (рис. 75). Гравелиты, местами переходящие в конгломераты, состоят преимущественно из хорошо окатанных обломков серовато-белого кварца и розовато-белых полевых шпатов, сцементированных тем же материалом псаммитовой размерности содержащим обломочной мусковит (рис. 76).

В крупных глыбах гравелитов часто встречаются зеркала скольжения. Выше по разрезу наблюдается переслаивание маломощных слоев (0,5 – 1 м) рыхлосвязанных алевролитов, подобных первому слою, со слабослоистыми светлыми серовато-коричневыми олигомиктовыми песчаниками. В песчаниках наблюдается плитчатая отдельность.

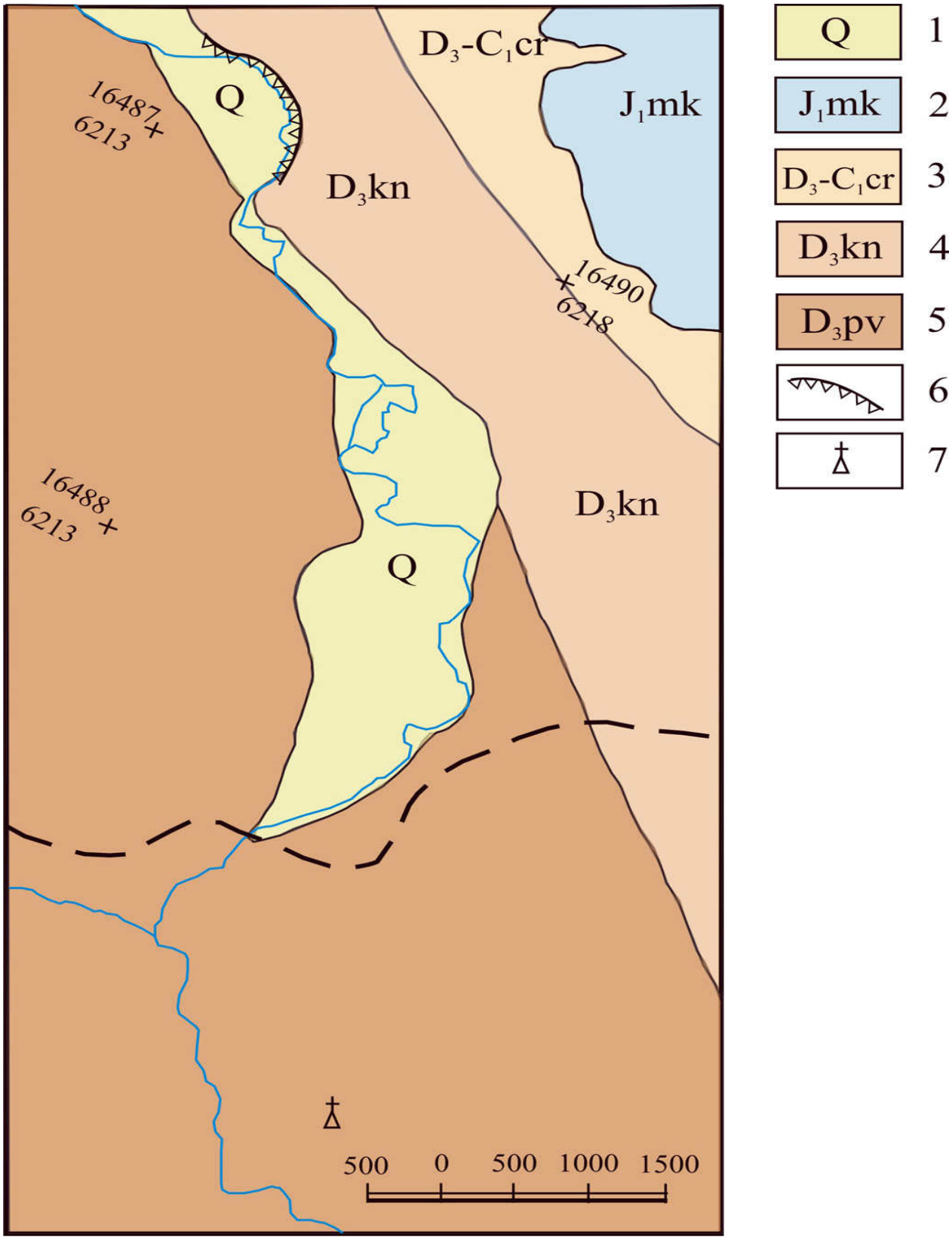


Рис. 74. Геологическая карта Качинской площади:

1 – голоценовые отложения; 2 – юрские отложения, макаровская свита; 3 – верхнедевонские – нижнекаменноугольные отложения чаргинской свиты C_1cr; 4 – верхнедевонские отложения кунгусской свиты D_3kn; 5 – среднедевонские отложения павловской свиты; 6 – эрозионные уступы; 7 – часовня Покровской горы

Рис. 75. Переслаивание алевролитов, песчаников и гравелитов в бортах карьера

Рис. 76. Древние погребенные волноприбойные ниши в гравелитах кунгусской свиты

Элементы залегания слоев аз. пад. 55° ∠ 10°. На поверхностях напластования алевролитов можно встретить древние такыры.

Наиболее причудливую форму имеет тело гравелито-конгломератов (рис. 77). Их линзовидная форма, с резко изменяющейся мощностью, с раздувами свидетельствует о прибрежных условиях накопления псефитов в устьевой части реки. В последующее время эти гравелиты слагали береговые уступы, что подтверждается наличием в обнажении древних волноприбойных ниш, заполненных поздними осадками (см. рис. 76).

Коренные породы кунгусской свиты перекрыты породами четвертичного возраста и почвенным слоем. В борту нижнего карьера в этих отложениях вскрываются погребенные овраги (рис. 78). Самый крупный из них имеет в поперечнике размер 2×1,5 м, содержит 4 погребенных почвенных слоя и заполнен супесями четвертичного возраста.

Обследование карьеров завершается на вершине куэстовой гряды. С нее можно увидеть такие примечательные объекты, позволяющие выполнить привязку методом геодезических засечек, как Черная сопка, скала Такмак, находящихся в пределах Торгашинского хребта и Дрокинская сопка. Сверху открывается вид на долину р. Кача. Она в поперечном профиле имеет корытообразную форму с широкой, более 200 м поймой. Река сильно меандрирует, что свидетельствует о третьей – зрелой фазе эрозии этого левого притока р. Енисей (рис. 79). Долина слабо террасирована. Наибольшее распространение имеет пойменная терраса. Иногда по бортам можно встретить остатки надпойменных террас. Все террасы преимущественно аккумулятивные. Высота наиболее выраженной террасы 6 – 7 м. Кроме этого в долине наблюдаются старицы и остатки дамб, свидетельствующие о борьбе людей в прошлом с паводками (рис. 80).

Маршрут завершается выходом на ближайшую косу р. Кача и обследованием петрографического состава галечников руслового аллювия. Состав галечников разнообразен. Он свидетельствует о многообразии пород, слагающих территорию водосбора реки. В первую очередь встречаются многочисленные окатанные обломки девонских красноцветов – алевролитов, песчаников, гравелитов, известняков Нередкими являются гальки и мелкие валуны пород черного цвета - роговики, халцедоновые породы отвечающие лидитам, метабазальты. Много обломков разновидностей кварца – гальки молочно-белого и желтого кварца, коричнево-красных яшмоидных пород и агатов. Галька агата имеет размеры от 5 до 60 – 70 мм в поперечнике. Они плотные, нетрещиноватые с хорошей окатанностью. Агат обычно концентрически зональный, реже прямополосчатый. Преобладают гальки медово-желтого цвета - цер-агаты.

При прокаливании они могут быть превращены в сердолики. Наиболее ценными и редкими являются черные агаты. Внутри они имеют тонкополосчатое чередование светлых (белых) и черных полос, иногда они имеют пейзажный рисунок.

Рис. 77. Гравелиты кунгусской свиты

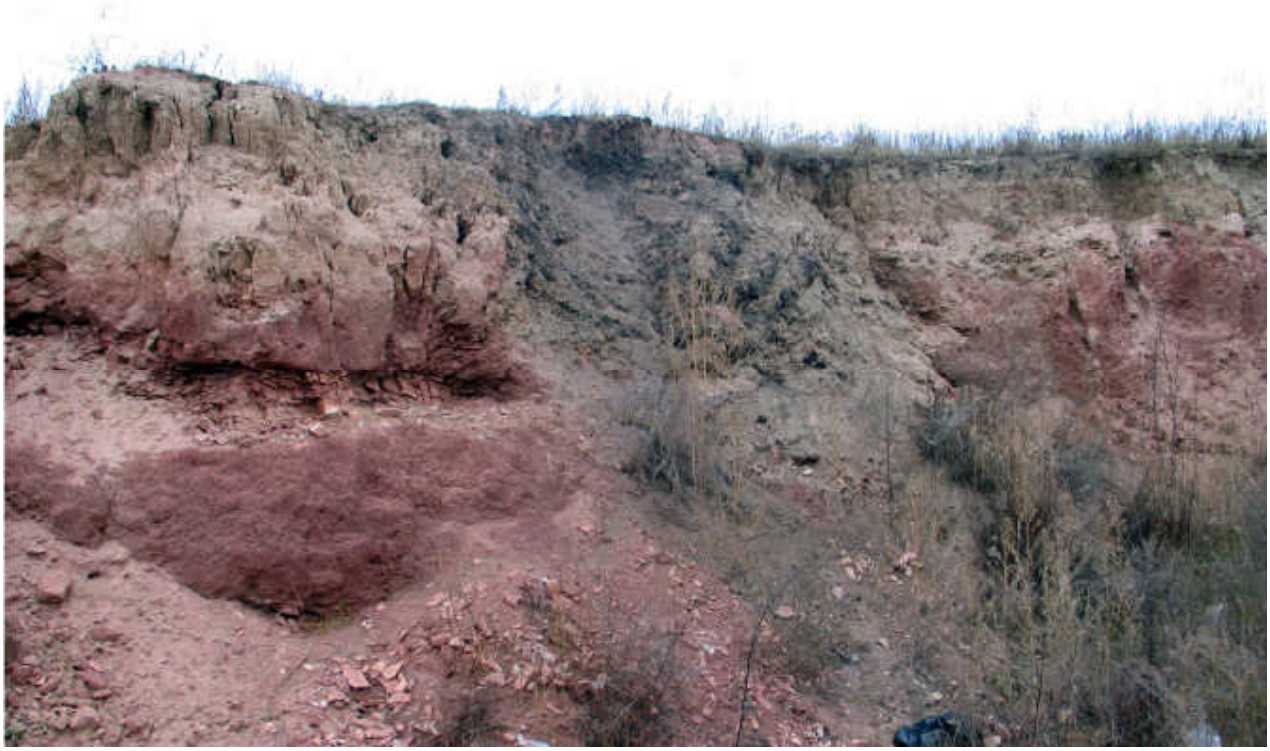


Рис. 78. Погребенный овраг в борту карьера

Рис. 79. Долина р. Кача (снимок сделан осенью)

Рис. 80. Старицы и дамбы в долине р. Кача

Так как долина этой реки является с давних пор местом обитания людей, то в косовых отложениях можно встретить разнообразные техногенные продукты вплоть до древних наконечников стрел и копий, а также кости, зубы разных животных.

В завершение можно отметить, что маршрут вблизи п. Солонцы представляет интерес, так как позволяет познакомиться с самыми молодыми породами красноцветной толщи девонского возраста в окрестностях г. Красноярска – с породами кунгусской свиты (D_3kn). Обнажения карьеров позволяют исследовать не только породы, но и результаты проявления геологических процессов в прошлые времена – погребенные волноприбойные ниши и овраги. Широкая, хорошо просматриваемая эрозионно-аккумулятивная долина р. Кача интересна своим строением и составом галечниковых отложений руслового аллювия.

2.9. МАРШРУТЫ «НИКОЛАЕВСКАЯ СОПКА» И «ЛОГ ШИРОКИЙ»

Целью маршрутов является знакомство с широко развитыми в районе гряды Долгая Грива вулканическими породами средне – позднеордовикского вулканического комплекса (имирская свита, жерловые и субвулканические образования), четвертичными отложениями различного генезиса, а также с проявлениями разнообразных современных геологических процессов.

Геологическое строение района гряды Долгая Грива и характер обнажённости допускают возможность прохождения здесь различных вариантов маршрутов. При этом маршруты будут дополнять друг друга, так как в каждом из них можно наблюдать образования различных фаций и разных частей разреза вулканического комплекса (рис. 81). Из них авторы предлагают два возможных варианта, являющихся, по нашему мнению, наиболее целесообразными. В первом варианте (маршрут «Николаевская Сопка») нужно доехать на автобусе до остановки «Сопка», откуда пройти по грунтовой дороге (около 2 км) до подножия южного склона г. Николаевская (Первая) Сопка, а затем через биатлонное стрельбище – к южному склону г. Вторая Сопка. Второй вариант (маршрут «Лог Широкий») начинается от автодороги на пос. Удачный (остановка автобуса № 12 «Радиостанция»), проходит вверх по логу Широкому до пруда подсобного хозяйства санатория «Енисей», а затем по одному из южных отрогов гряды Долгая Грива – в направлении вершины г. Третья Сопка.

Гора Николаевская (Первая) Сопка расположена на северо-западной окраине г. Красноярска и является самой восточной ярко выраженной вершиной в составе субширотной гряды Долгая Грива.

Вся гряда и её отроги сложены породами вулканического комплекса среднего – позднего ордовика (рис. 82). Основную часть объёма комплекса составляет слоистый, преимущественно лавовый разрез (покровная фация).

Среди лав и туфов залегают секущие тела, относящиеся к субвулканической и жерловой фациям.

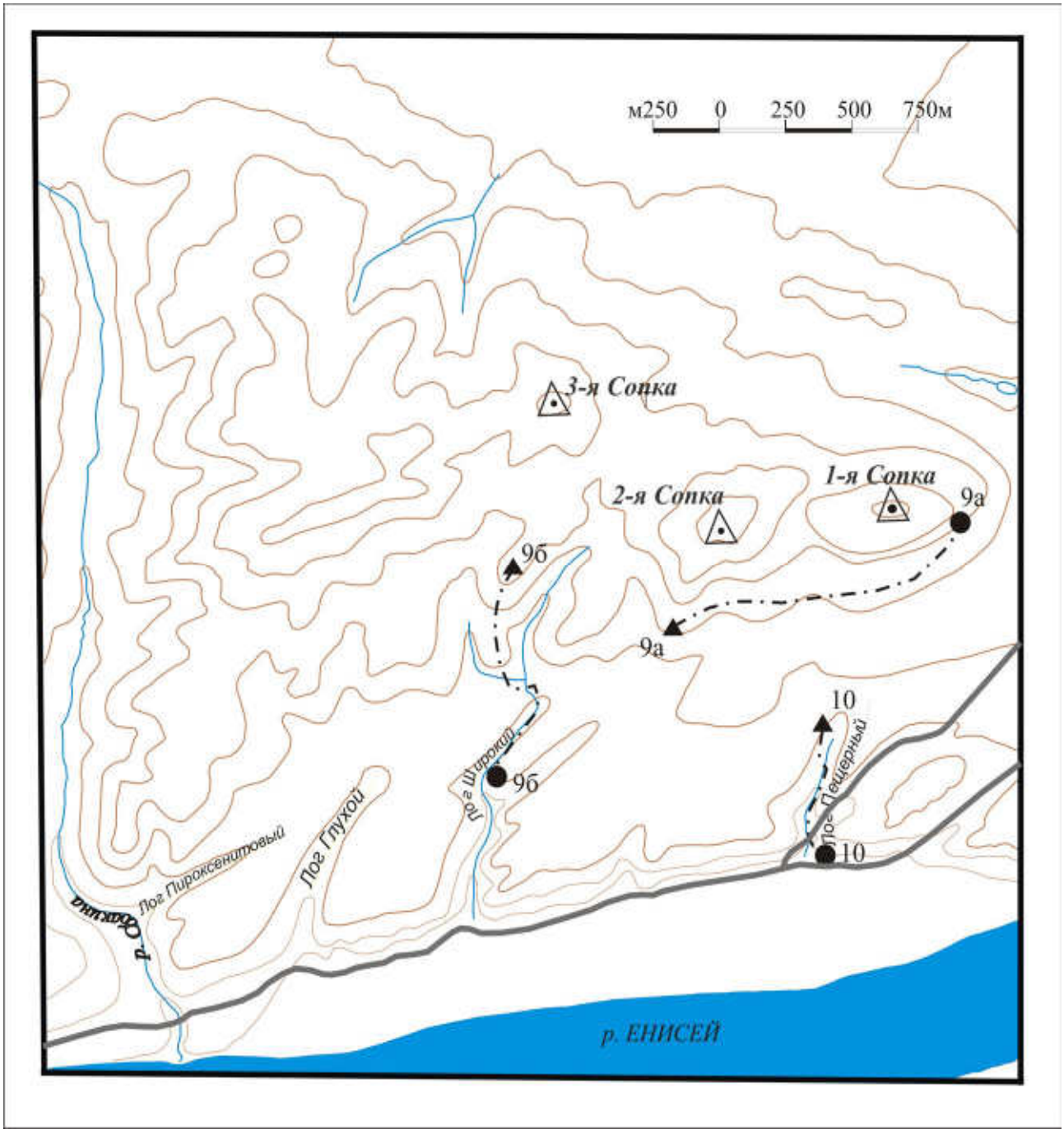


Рис. 81. Схема расположения линий маршрутов в районе гряды «Долгая Грива»

Залитыми черными кружками обозначены начальные точки маршрутов, а треугольниками – конечные. Номера маршрутов: 9а – маршрут «Николаевская Сопка», 9б – маршрут «Лог Широкий», 10 – маршрут «Пещерный лог»

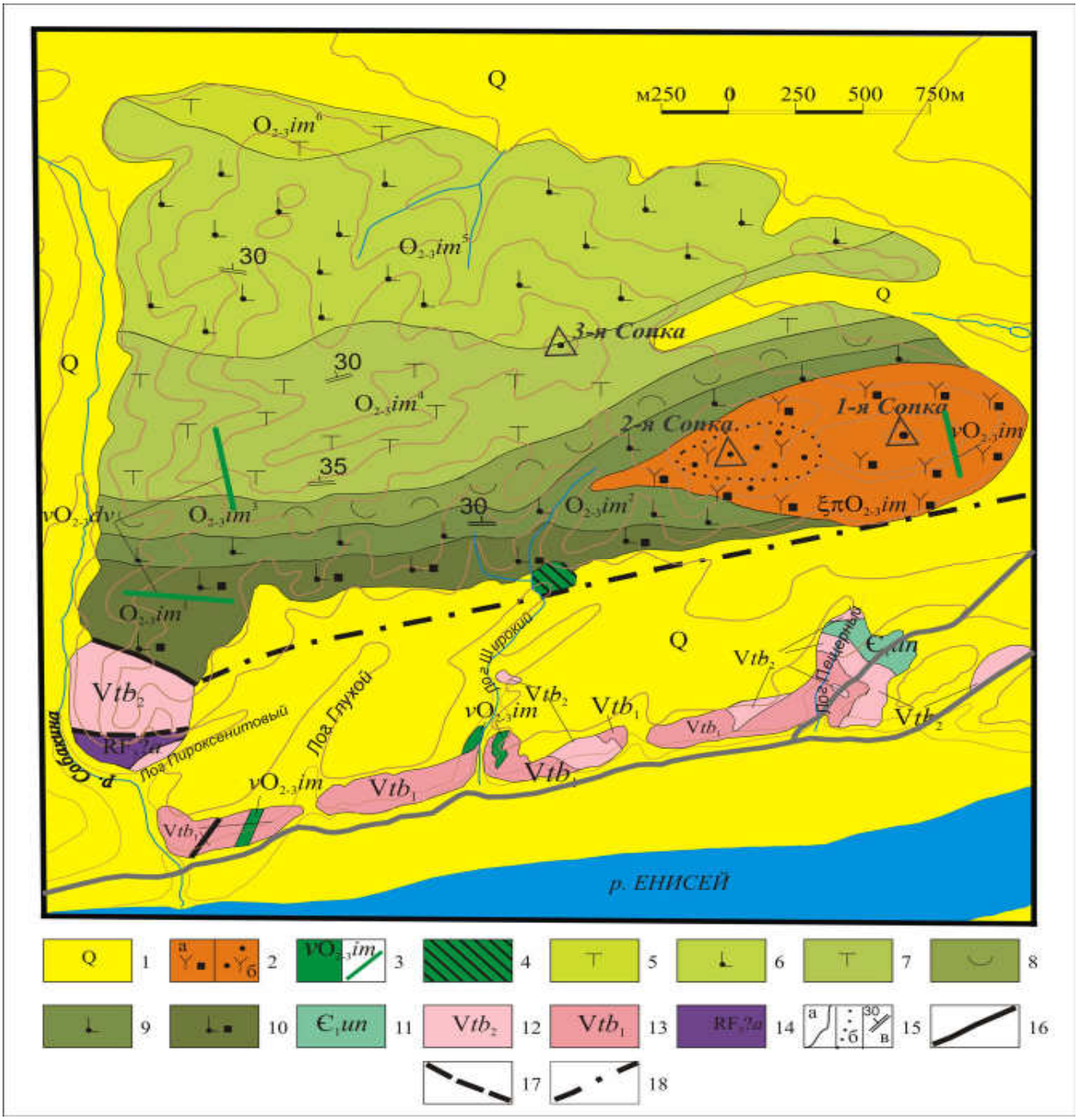


Рис. 82. Геологическая карта хребта «Долгая Грива» (Перфилова, Махлаев, 2010):

1 – четвертичные образования; имирский вулканический комплекс, субвулканические образования: 2 *а* – сиенит-порфиры, 2 *б* - мелкозернистые слабопорфировидные сиениты; 3 – микрогаббро; 4 – эруптивные брекчии (жерловые образования); имирская свита: 5 – трахиты (шестая пачка); 6 – базальты афировые и мелкопорфировые (пятая пачка); 7 – трахиты (четвертая пачка); 8 – туфы трахитов (третья пачка); 9 – базальты афировые и мелкопорфировые (вторая пачка); 10 – базальты крупнопорфировые (первая пачка); 11 – унгутская свита – известняки и доломиты; 12 – тюбильская свита, верхнетюбильская подсвита – известняки песчанистые и глинистые битуминозные; 13 – тюбильская свита, нижнетюбильская подсвита – песчаники, алевролиты ритмичнослоистые, известковистые; 14 – акшепский комплекс альпинотипных гипербазитов: серпентиниты, перидотиты, пироксениты; 15 *а* – геологические границы, 15 *б* – фациальные границы, 15 *в* – элементы залегания; 16 – 18 – разрывные нарушения: 16 – достоверные; 17 – предполагаемые; 18 – перекрытые четвертичными отложениями

В соответствии с современными легендами для Госгеолкарт стратифицированная часть комплекса сопоставляется с имирской свитой Минусинского прогиба. Но, по мнению авторов, её правильнее выделять в качестве самостоятельного местного подразделения под названием «дивногорская толща» по наиболее представительному разрезу около г. Дивногорска (Перфилова, Махлаев, 2010).

Покровные образования ордовикского вулканического комплекса (имирская свита) залегают в районе гряды Долгая грива в целом моноклинально, с общим падением на север – северо-запад под углами около 30°. В её разрезе здесь выделяется 6 контрастных по составу и структуре пачек, сложенных лавовыми и пирокластическими образованиями (см. рис. 82).

Первая пачка – однообразные чёрные трахибазальты с крупными (до 3 см) порфировыми выделениями таблитчатого плагиоклаза (лабрадор № 50 – 65), слагающими до 10 – 15 % объёма породы, реже авгита и титанавгита. Ориентировка фенокристаллов в большинстве случаев субпараллельная. При этом в самом основании разреза (у ЮЗ подножья г. Вторая Сопка) наблюдается восстающая трахитоидность, которая выше непосредственно в обнажении плавно переходит в пологозалегающую, согласную с ориентировкой лавовых потоков. Мощность пачки не менее 360 м. Вторая пачка сложена афировыми и мелкопорфировыми (размер фенокристаллов 1 – 3 мм) трахибазальтами, в верхней части потоков – миндалекаменными. Мощность пачки 150 – 250 м, постепенно увеличивается к СВ. Третья пачка сложена лапиллиево-пепловыми туфами, литокристалловитрокластическими, преимущественно трахитового состава. Встречаются также литокласты базальтоидного состава, слагающие иногда до 15 % объёма. Мощность около 260 м. Четвёртая пачка сложена мелкопорфировыми (фенокристаллы ортоклаза и альбита менее 1 см) трахитами серо-лилового цвета, обычно массивными, иногда флюидальными. Основная масса – агрегат микролитов калиевого полевого шпата, альбита, реже титанавгита, а также девитрифицированного, интенсивно хлоритизированного и гематитизированного стекла. Структура основной массы – трахитовая, обусловленная субпараллельной ориентировкой микролитов. Мощность около 550 м. Пятая пачка сложена афировыми и мелкопорфировыми трахибазальтами большей частью массивными. В целом породы данной пачки аналогичны базальтам второй пачки. Мощность около 560 м. Шестая пачка развита лишь на крайнем северо-западе участка. Она сложена массивными мелкопорфировыми трахитами. Мощность не менее 210 м. Суммарная мощность стратифицированного разреза имирской свиты на участке – не менее 2190 м (Перфилова, Махлаев, 2010).

Жерловые образования слагают небольшой (диаметром до 200 м) некк у южного подножья гряды Долгая грива, выполненный эруптивными брекчиями преимущественно базальтоидного состава. Основная тонкозернистая масса, участками эпидотизированная, сложена мелкими ксенокристаллами плагиоклаза и пироксена, в которой незакономерно рассеяны обломки (размером до 20 см) порфировых базальтов. Встречаются также единичные обломки розовых трахитов и микросиенитов. Кроме того, небольшой некк

(диаметром около 50 м), сложенный аналогичными эруптивными брекчиями находится за пределами данного участка, на левом берегу р. Енисей (в 2,5 км к западу от пос. Удачный).

Субвулканические образования представлены интрузией кварцевых сиенит-порфиров (в районе вершин Первая и Вторая Сопка), а также многочисленными дайками умеренно-щелочных мелкозернистых габбро и микрогаббро, трахибазальтов, трахит-порфиров. Интрузия кварцевых сиенит-порфиров представляет собой лакколит, кровля которого хорошо отпрепарирована в современном рельефе (северные склоны гг. Первая и Вторая Сопки). А в южных склонах этих же гор вскрыт полный разрез лакколита, от кровли до подошвы. Интрузия имеет зональное строение. В её центре развиты кварцевые слабопорфировидные сиениты розового цвета с мелкозернистой основной массой (размерность около 1 мм). Порфировые выделения (3 – 5 мм) сложены калиевым полевым шпатом (10 – 15 % объёма). В основной массе преобладает калиевый полевой шпат (не менее 75 %); подчинённую роль играют призматические выделения роговой обманки (10 –15 %) и интерстиционные зёрна кварца (около 10 %). Периферическая зона интрузивного тела сложена микросиенитами и сиенит-порфирами с тонкозернистой основной массой (размерность около 0,5 мм) и порфировыми выделениями ортоклаза не крупнее 1 – 3 мм. У подошвы интрузии, вдоль её контакта с вмещающими базальтоидами, выделяется зона, сложенная гибридными меланократовыми сиенитами, резко и неравномерно (до 50 %) обогащёнными роговой обманкой (Перфилова, Махлаев, 2010).

Помимо этого, на участке широко развиты *четвертичные отложения*, разнообразные по составу и генезису.

Аллювий позднеэоплейстоценового – средненеоплейстоценового возраста покрывает сплошным чехлом поверхности высоких террас Енисея, примыкающих к гряде Долгая грива с юга. Здесь выделяется три террасы: VI (Собакинская) высотой до 80 м над современным уровнем р. Енисей; VII (Торгашинская) высотой до 110 м, и VIII (Худоноговская) высотой до 140 м. Строение разреза террасового аллювия на всех перечисленных уровнях однотипно. Отложения представлены в низах разреза каждой террасы галечниками (иногда с валунами), а верхних частях – горизонтально-слоистыми суглинками и супесями. В гальке и валунах представлены жильный кварц, вулканические, метаморфические и интрузивные породы различного состава. Верхние части разреза можно увидеть в искусственных придорожных выемках около биатлонного стрельбища и в районе подсобного хозяйства санатория «Енисей». Нижние части на участке нигде не вскрыты, но в бортах логов, врезанных в террасы, можно обнаружить гальку и валуны, вымытые из террасового аллювия. Современный аллювий (русловой и пойменный) развит по долинам ручьёв, пересекающих террасы и глубоко врезанных в них. Состав его разный на разных участках долин. На участках с быстрым течением материал более грубый (гравийно-галечный), с медленным – песчано-илистый, тонкий (Махлаев и др., 2009).

Изредка на сильно увлажнённых участках долин встречаются современные *болотные отложения* (полюстрий). Это биогенно-глинистые осадки тёмно-серого цвета (до чёрных), с большим количеством неразложившегося органического вещества, нередко с запахом сероводорода. Для заболоченных участков характерен кочковатый микрорельеф. В дождливое время, а также после таяния снегов они бывают полностью залиты водой, и над её поверхностью возвышаются только верхние части кочек, покрытые болотной растительностью.

Там, где ручьи перегорожены земляными плотинами и созданы пруды, накапливаются современные *озёрные отложения* (лимний). Они представлены сапропелевыми илами с тонкой горизонтальной слоистостью и примесью песчаного материала, нередко с примесью бытового мусора. Наблюдать их можно в засушливые сезоны при низком уровне воды в прудах.

Склоновые отложения широко распространены по всем склонам гряды Долгая Грива и её отрогов. Они представлены очень разными генетическими типами. Размещение их определяется крутизной склона, его экспозицией, увлажнённостью, густотой растительного покрова. Наиболее широко развиты на участке десерпций и дефлюкций, реже десперсий, иногда – дерупций и деляпсий.

Современные геологические процессы представлены не только накоплением современных четвертичных отложений, но и разнообразной эрозионной деятельностью постоянных и временных водотоков, широко развитых на склонах гряды Долгая грива, а также переносом, обработкой и сортировкой обломочного материала. На некоторых участках широко проявлена гидрохимическая седиментация гидроксидных и карбонатных соединений на современных геохимических барьерах. Значительное влияние на весь комплекс современных процессов оказывает техногенная деятельность человека. Под её влиянием нередко оказывается изменён режим поверхностных и грунтовых вод, активизируются склоновые процессы, а некоторые явления (например, накопление современного лимния) проявились на участке целиком в результате техногенного воздействия. Поэтому район Николаевской Сопки представляет собой чрезвычайно интересный объект наблюдения над современными геологическими процессами и влиянием на них деятельности человека.

Маршрут «Николаевская Сопка»

Этот маршрут целесообразно начинать от автобусной остановки «Сопка» – конечной остановки автобусов, следующих до Госуниверситета. Подход отсюда к начальной точке маршрута наиболее удобен вдоль грунтовой лесной дороги к спортивному комплексу «Динамо», расположенному у юго-западного подножья Николаевской Сопки (см. рис. 81). Дорога проложена по ровной поверхности VIII (Худоноговской) террасы р. Енисей. На многих участках дороги можно наблюдать проявления современных процессов суффозии в виде небольших, круглых в плане, суффозионных воронок, которые возникают в местах размыва подземными водами песчано-глинистых аллю-

виальных отложений, покрывающих поверхность террасы. Путь вдоль дороги составляет около 2 км. Далее, не доходя 150 м до ворот спорткомплекса «Динамо», главная дорога резко сворачивает вправо и серпантином поднимается к вершине г. Николаевская Сопка. Выше по этой дороге, где она резко сворачивает влево, находится начальная точка маршрута, расположенная в 500 м по аз. 95° от вершины г. Николаевская Сопка, на ее юго-восточном склоне. Склон подрезан дорогой, поднимающейся серпантином к её вершине. Вдоль северного края дороги наблюдается придорожная выемка протяжённостью около 100 м. Высота обнажения до 5 м (рис. 83). Большую часть коренного выхода слагают сиенит-порфиры кирпично-красного цвета с тонкозернистой (размерность около 0,5 мм) основной массой. Порфировые выделения калиевого полевого шпата имеют таблитчатую форму, размеры до 2 мм и слагают около 10 % объёма породы. Текстура массивная. В 10 – 13 м от восточного края обнажения их пересекает дайка микрогаббро (рис. 84). Мощность дайки 3 м; она погружается на юго-запад под углом около 50°. Окраска слагающих дайку пород буровато-серая. Текстура массивная, структура равномерно-тонкозернистая. В составе визуально различаются плагиоклаз и призматические выделения темноцветного минерала. На поверхности и по трещинам развиты бурые плёнки лимонита.

Сверху коренные выходы перекрыты современными десерпционными отложениями – несортированным щебнем, медленно сползающим вниз по склону под действием сезонных и суточных температурных колебаний. В составе десерпция представлены исключительно обломки подстилающих коренных пород. У подножья обнажения накапливается современная щебнистая осыпь. Формирование обвально-осыпных (коллювиальных) отложений началось здесь в результате того, что почвенно-растительный покров, закреплявший склон, был уничтожен при строительстве дороги.

По трещинам в сиенит-порфирах и на поверхностях обломков широко развиты чёрные дендриты и плёнки гидроксидов марганца (рис. 85), бурые плёнки гидроксидов железа и белые известковые корочки (рис. 86). Накопление их происходит гидрохимическим путём на современных геохимических барьерах, возникающих в местах просачивания подземных трещинных вод на поверхность. Благоприятные условия для развития этих процессов также созданы в результате техногенного нарушения почвенно-растительного покрова. Отложение гидроксидов марганца и железа протекает на окислительном геохимическом барьере, образующемся потому, что в местах просачивания подземных вод на поверхность они попадают в зону с более высоким содержанием кислорода. В результате растворённые соединения железа и марганца окисляются и практически мгновенно выпадают в осадок. Окислительный геохимический барьер совмещается здесь с углекислотным, на котором резко падает содержание CO_2.

Как следствие, столь же резко уменьшается растворимость карбонатных солей, и на поверхности обломков формируются известковые корочки.

Далее маршрут проходит в ЮЗ направлении вдоль дороги, вниз по склону.

Рис. 83. Искусственное обнажение субвулканических сиенит-порфиров имирского вулканического комплекса в начальной точке маршрута вблизи вершины г. Николаевская Сопка

Рис. 84. Дайка микрогаббро, прорывающая сиенит-порфиры на юго-восточном склоне г. Николаевская сопка

Рис. 85. Дендриты пиролюзита на поверхности обломка сиенит-порфира

Рис. 86. Известковистая корка на поверхности обломка сиенит-порфира

В 400 м по аз. 215° от начала маршрута в подрезанном дорогой склоне, в обнажении высотой до 1,5 м и протяжённостью около 5 м, вскрывается фрагмент коры выветривания по базальтам первой пачки нижнеимирской подсвиты имирской свиты (рис. 87). Структура исходных базальтов крупнопорфировая. Порфировые выделения представлены таблитчатыми (лейстовидными) кристаллами основного плагиоклаза, размерами до 2 см. Содержание порфировых выделений в породе – до 25 %. Текстура массивная, участками трахитоидная, обусловленная субпараллельной ориентировкой фенокристаллов плагиоклаза по направлению течения расплава (рис. 88). Степень химического выветривания отвечает зоне гидратации, окисления и частичного гидролиза, для которой характерно преобразование исходной прочной коренной горной породы в сапролит «гнилой камень». При этом основная масса в базальте приобретает бурую окраску (за счёт пропитывания гидроксидами железа), а фенокристаллы плагиоклаза осветляются в результате каолинизации. Порода легко разламывается руками, а при ударе молотком издаёт глухой звук.

Отсюда маршрут продолжается на юго-запад по поверхности VIII террасы, вдоль подножья гряды Долгая Грива, через территорию спорткомплекса «Динамо». У западной окраины биатлонного стрельбища выровненная поверхность VIII террасы прорезана вершиной лога Пещерного. Лог перекрыт земляной дамбой, по которой проложена биатлонная трасса. С северной стороны трассы часть склона подрезана, и в искусственной выемке высотой до 1 м обнажён фрагмент верхней части разреза террасового аллювия. Осадки представлены супесями бурого цвета.

Ниже дамбы в левом борту лога наблюдается оползень протяжённостью около 15 м. На склоне – трещина отрыва, по которой обнажены рыхлые известковистые супеси бурого цвета. Ниже обнажения по тальвегу идёт накопление тонкого песчаного материала, перемываемого из террасы. Встречаются галька и единичные валуны разнообразного состава. Образование оползня, по-видимому, напрямую связано со строительством дамбы, появление которой изменило режим стока поверхностных и грунтовых вод.

Маршрут продолжается на северо-запад к подножью г. Вторая Сопка. В 400 м по аз. 300° от биатлонного стрельбища в нижней части склона г. Вторая Сопка по развалам и отдельным мелким выходам прослеживается контакт интрузии сиенит-порфиров с базальтами первой пачки нижнеимирской подсвиты имирской свиты. Контакт хорошо виден на местности благодаря контрастной окраске пород – буроватых базальтов и розовых сиенит-порфиров. Простирание контакта около 280°; в западном направлении он постепенно поднимается вверх по склону Второй Сопки.

Маршрут продолжается на запад по аз. 240°, вдоль подножия Второй Сопки. Справа по ходу, в нижней части склона, местами видны коренные выходы базальтов, слагающих субширотные цепочки, отвечающие отдельным лавовым потокам.

Рис. 87. Интенсивно выветрелые базальты первой пачки имирской свиты, обнажающиеся в нижней части склона г. Николаевская (Первая) Сопка

Рис. 88. Крупнопорфировая структура базальтов имирской свиты

В 550 м от предыдущей точки наблюдения у юго-западного подножья г. Вторая Сопка наблюдается крупный (высотой более 5 м) скальный выход базальтов первой пачки имирской свиты (рис. 89). Окраска на свежем сколе тёмно-серая, до чёрной. На выветрелых поверхностях и по трещинам – буроватая, за счёт развития гидроксидов железа. Структура крупнопорфировая. Порфировые выделения плагиоклаза таблитчатой формы имеют размеры до 2 см и слагают 15 – 20 % объёма породы (рис. 90). Текстура трахитоидная. При этом в нижней части обнажения наблюдается восстающая (субвертикальная) ориентировка текстур течения, которая выше плавно меняется на субгоризонтальную, отвечающую простиранию лавовых потоков. Характер залегания потоков можно наблюдать выше по склону, где они слагают систему скальных уступов субширотной ориентировки.

Здесь маршрут завершается. Отсюда по одной из биатлонных трасс можно вернуться к спортивному комплексу «Динамо», а от него – по автомобильной дороге выйти к автобусной остановке «Сопка» и комплексу зданий СФУ.

Маршрут «Лог Широкий»

Подход к маршруту наиболее удобен со стороны автодороги Госуниверситет – пос. Удачный, от остановки «Радиостанция». Отсюда следует идти вверх по логу Широкий, врезанному в VI и VII террасы Енисея (см. рис. 81). По логу постоянно протекает ручей, вдоль которого проходит отсыпная дорога, переходящая то на один, то на другой берег. В приустьевой части лога прямо на обочине дороги, у подножья склона, можно увидеть родники, питающие ручей. При движении по дороге вверх по логу вдоль русла ручья можно наблюдать проявления боковой эрозии и знакомиться с современными русловыми отложениями. На отдельных участках проявлена эрозионная деятельность временных водных потоков. Большей частью это узкие промоины, врезанные в борта лога. Но иногда временные потоки размывают и полотно грунтовой дороги, которое приходится периодически восстанавливать (рис. 91).

Борта лога крутые, сильно затенены и увлажнены и при этом сложены глинистыми грунтами (в основном это суглинки со щебнем подстилающих коренных пород). Поэтому среди склоновых процессов наиболее характерны дефлюкционные, выражающиеся в медленном пластичном оползании увлажнённых грунтов вниз по склону. При этом на склонах формируется мелкобугристый микрорельеф (рис. 92). На отдельных участках склона можно увидеть, как дерновый слой, сползая, «козырьками» нависает над нижележащей частью склона.

Нередко можно увидеть и трещины отрыва, по которым формируются микрооползни. Иногда наблюдаются и собственно оползневые процессы, наиболее хорошо проявленные в начальной точке маршрута.

Рис. 89. Крупный коренной выход базальтов первой пачки имирской свиты у юго-западного подножия г. Вторая сопка

Рис. 90. Шлиф базальта первой пачки имирской свиты (николи скрещены)

Рис. 91. Размыв полотна грунтовой автодороги временными потоками в логу Широком

Рис. 92. Проявления дефлюкционных процессов в борту лога Широкого

Первая точка наблюдения расположена в 700 м по аз. 15° от устья лога Широкого (от автобусной остановки «Радиостанция»). В левом борту лога, на крутом повороте долины, у подножья склона – придорожная выемка, высотой до 3 м. Обнажаются милонитизированные кристаллические известняки тёмно-серого цвета. Структура микрозернистая, текстура сланцеватая. Рассланцовка ориентирована по аз. пад 35º ∠30º (рис. 93).

В противоположном борту, чуть выше по логу, видна ниша срыва свежего оползня, сошедшего летом 2007 г. после сильных дождей (рис. 94). Сместившийся блок находится у подножья склона.

Маршрут продолжается вдоль дороги вверх по логу. Слева от дороги – глубоко врезанное русло ручья, справа – крутой борт долины. Вдоль дороги появляются многочисленные техногенные отложения строительного и бытового мусора (несанкционированные свалки). Мусор осыпается с дороги по склону на плоское днище долины, часть его попадает в русло ручья и переотлагается в составе современного аллювия. На середине интервала по ходу маршрута между дорогой и склоном левого борта лога тянется промоина, в которой отлагается современный пролювий: песчано-глинистый материал с примесью щебня и различного бытового мусора (в основном пластиковых бутылок).

В 650 м по аз. 30° от предыдущей точки наблюдения долина ручья перегорожена земляной дамбой, по которой проложена грунтовая дорога. На северной стороне дороги – крупная выемка, высотой до 5 м и протяжённостью около 50 м. В западной части выемки обнажаются эруптивные брекчии преимущественно базальтоидного состава (рис. 95). Окраска пород от тёмно-серой до серо-зелёной, участками яркая фисташково-зелёная. Текстура массивная, структура мелкопсефитовая. В составе визуально различаются угловатые и округлые обломки крупнопорфировых базальтов; иногда встречаются обломки мелкопорфировых трахитов розового цвета. Основная масса тонкозернистая, сложена мелкими ксенокристаллами плагиоклаза и пироксена, участками эпидотизирована (рис. 96). В эруптивных брекчиях обнаружены вертикальные трещины с горизонтально ориентированными бороздами скольжения (аз. пр. 80°).

В обнажении наблюдается перекрытие эруптивных брекчий склоновыми отложениями. В западной части выемки это глыбы тех же коренных пород. К восточному краю обнажения они с постепенным переходом замещаются и частично перекрываются неслоистым бурым суглинком, содержащим щебень и отдельные глыбы тех же пород.

Западный край обнажения представляет собой обрывистый берег пруда. В засушливые годы, при низком уровне воды, можно наблюдать накапливающиеся на дне пруда современные озёрные отложения. Они представлены тонкослоистыми органогенно-глинистыми илами, содержащими примесь бытового мусора, оставляемого в пруду многочисленными отдыхающими.

Рис. 93. Выходы милонитизированных известняков в начальной точке маршрута

Рис. 94. Ниша срыва современного оползня в логу Широком

Рис. 95. Придорожная выемка, вскрывающая эрупивные брекчии в районе дамбы, пересекающей лог Широкий

Рис. 96. Структура эруптивных брекчий, слагающих жерловину палеовулкана

В 150 м по аз. 250 от пруда, на северной стороне дороги, ведущей к подсобному хозяйству санатория «Енисей» в придорожной выемке высотой около 4 м и протяжённостью около 40 м обнажаются аллювиальные отложения VI террасы р. Енисей. Сверху вниз по разрезу выделяются:

0–15 см – лесная подстилка и гумусовый горизонт с корнями деревьев;

15 см–3 м – супеси; рыхлые с нечёткой горизонтальной слоистостью – слои широкие, различаются оттенками окраски – серовато-жёлтые и коричневатые. По всему интервалу супеси обызвесткованы, встречаются корни деревьев;

3–4,5 м – суглинки (до тяжёлых), плотные, увлажнённые, серовато-бурого цвета, с тонкой параллельной слоистостью, известковистые; с прослоями супесей. Отдельные слойки имеют тёмно-серую окраску, они не выдержаны, часто линзуются.

Отсюда маршрут продолжается на север по азимуту 340°. Сначала пересекается небольшой останец поверхности террасы, затем глубоко врезанная долина ручья, и далее следует подъём по задернованному склону средней крутизны, на один из южных отрогов гряды Долгая грива. Через 200 м на склоне в мелких коренных выходах обнажаются базальты имирской свиты чёрного цвета, крупнопорфировые. Фенокристаллы представлены таблитчатыми выделениями основного плагиоклаза. Текстура массивная, так как закономерной ориентировки фенокристаллов не наблюдается. Хорошо видно, что базальты слагают резко выраженный в рельефе субширотный уступ, продолжение которого визуально прослеживается в восточном направлении на противоположный борт долины ручья, и далее – вдоль всего южного склона г. Вторая Сопка (рис. 97).

Мелкие выходы аналогичных базальтов встречаются дальше по ходу в северном направлении, до вершины.

Следующая точка наблюдения расположена в 150 м по азимуту 0° от базальтового уступа на округлой вершинке. На самой вершине и ее южных склонах наблюдаются мелкие коренные выходы таких же базальтов. В 40 м севернее они сменяются развалами сильно выветрелых базальтов с мелкопорфировой структурой (вторая пачка). В порфировых выделениях, размерами 1 – 3 мм кроме основного плагиоклаза наблюдается пироксен (рис. 98). Далее по ходу маршрута – задернованный участок. В 250 м по азимуту 5° от предыдущей точки в верхней бровке южного склона холма находится скальный уступ, сложенный кристаллолитокластическими туфами имирской свиты (третья пачка) лилово-серой окраски (рис. 99, 100). Основная масса имеет мелкопсаммитовую структуру; в ней незакономерно рассеяны мелкие обломки сиреневых трахитов, размерами до 5 мм. Текстура массивная. В 100 м к северо-востоку от этого выхода – ещё одно обнажение туфов имирской свиты розовато-серого цвета. Видна нечёткая параллельная слоистость, элементы залегания которой – аз. пад. 5° ∠ 30°. Маршрут продолжается по азимуту 20°. По ходу маршрута – вновь задернование.

Рис. 97. Резко выраженный в рельефе уступ, сложенный базальтами.

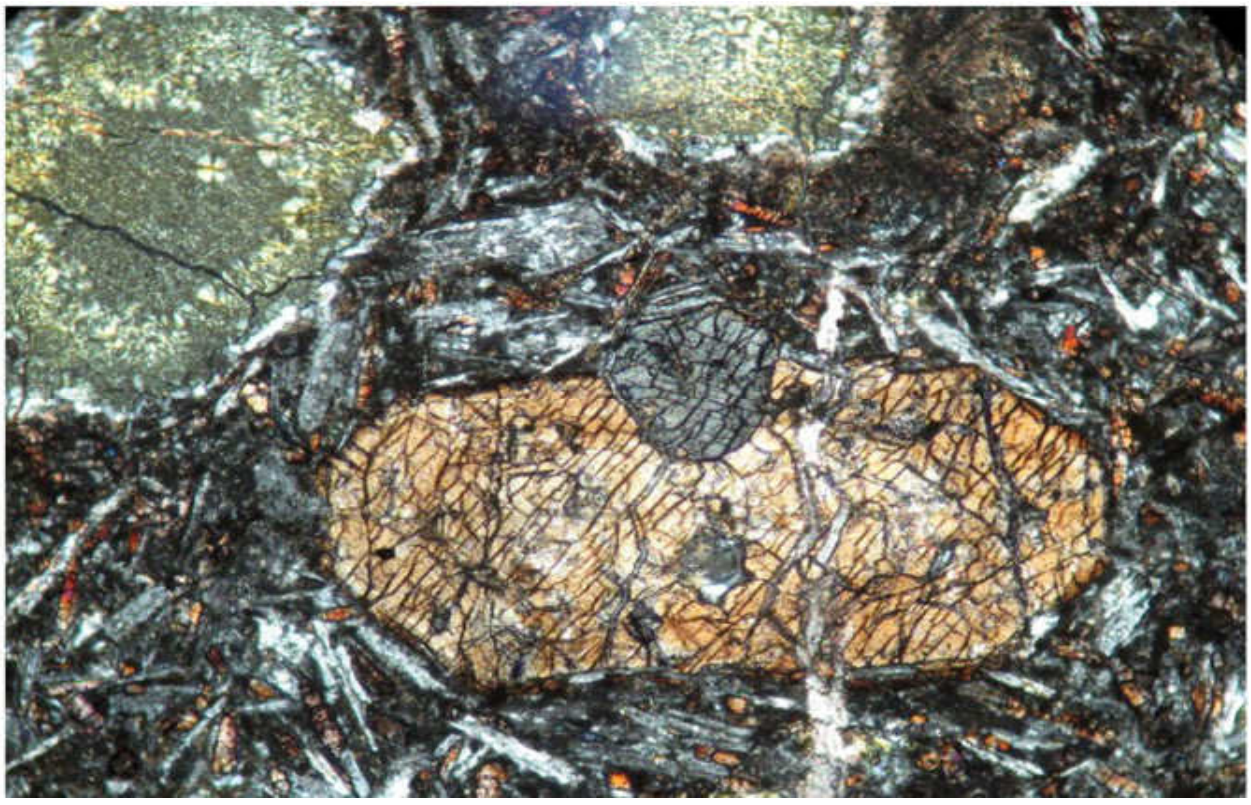


Рис. 98. Шлиф порфирового миндалекаменного базальта второй пачки имирской свиты (николи скрещены). В центре – крупный фенокристалл пироксена.

Рис. 99. Коренной выход туфов третьей пачки имирской свиты

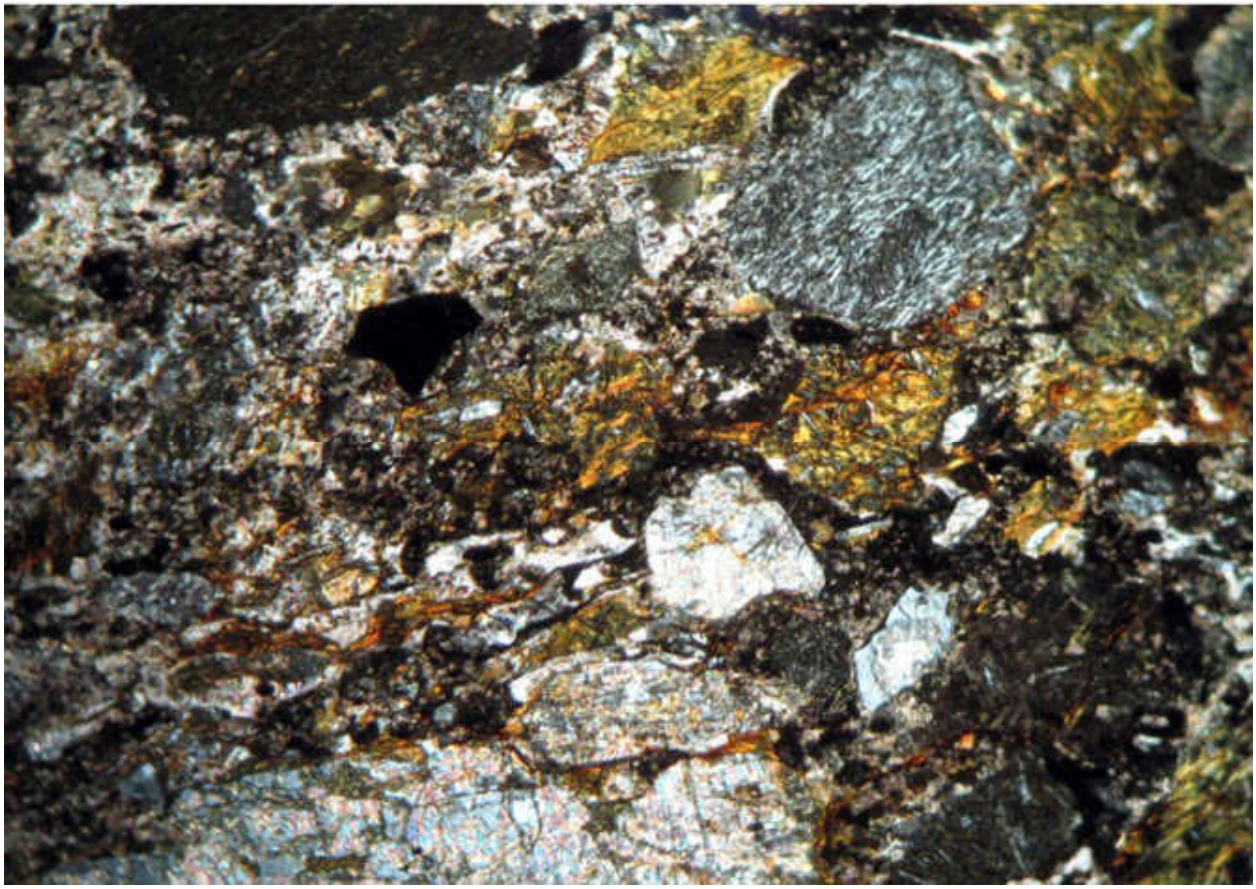


Рис. 100. Шлиф кристаллолитокластического псаммитового туфа третьей пачки имирской свиты

Последняя точка маршрута находится в 150 м от предыдущей точки наблюдения на небольшой вершинке. Здесь обнажаются кристаллолитокластические туфы преимущественно трахитового состава, слагающие вытянутый уступ, высотой около 80 см. Основная масса тонкозернистая бледно-розового цвета, в ней видны угловатые обломки розовых трахитов и чёрно-зелёных базальтов размером до 5 мм. Залегание слоистости: аз. пад. $350^{o} \angle 230^{o}$.

На этой вершинке маршрут заканчивается. Отсюда нужно вернуться к пруду и вниз по логу Широкому выйти к автобусной остановке «Радиостанция».

Таким образом, в предлагаемых маршрутах «Николаевская Сопка» и «Лог Широкий» можно наблюдать образования различных фаций имирского вулканического комплекса: покровной (три нижних пачки имирской свиты), жерловой (эруптивные брекчии, слагающие небольшой некк) и субвулканической (интрузия сиенит-порфиров и дайки). Также в многочисленных естественных и искусственных обнажениях можно познакомиться с четвертичными отложениями различных генетических типов: аллювиальными, озёрными, склоновыми. При этом со склона Николаевской сопки хорошо видна последовательность террас верхней части террасового комплекса р. Енисей. Кроме того, на данном участке можно увидеть проявления современных техногенных геологических процессов, преимущественно связанных с дорожным строительством и сооружением плотин, а также результаты воздействия этой техногенной деятельности на природные геологические процессы.

2.10. МАРШРУТ «ЛОГ ПЕЩЕРНЫЙ»

Цель маршрута – знакомство с осадочными породами складчатого комплекса венда – нижнего кембрия и карстовыми образованиями; наблюдение над проявлениями современных эрозионных и склоновых процессов.

Лог Пещерный расположен на западной окраине г. Красноярска на левобережье р. Енисей. Он врезан в южный макросклон гряды Долгая Грива и VI-VIII террасы р. Енисей (см. рис. 81). Лог на большей части своего протяжения является сухим, сформированным деятельностью временных водотоков. Вершина его имеет пологие задернованные склоны и разделяет гг. Николаевская (Первая) Сопка и Вторая Сопка. Далее вниз, где лог пересекает террасовый комплекс Енисея, борта его крутые. А в самой нижней части лога эрозионный врез вскрывает водоносный горизонт, и по долине протекает постоянный ручей, питаемый двумя родниками, находящимися в 600 м выше устья лога. Маршрут проходит от устья вверх по логу в его наиболее обнажённой части.

Террасы, в которые врезан лог Пещерный, являются цокольными. Их цоколь сложен сложнодислоцированным складчатым комплексом венда – нижнего кембрия, на отдельных участках прорванным субвулканическими

интрузиями среднего-позднего ордовика (см. рис. 82). Поверхность террас покрыта русловыми и пойменными отложениями р. Енисей.

Складчатый комплекс представлен на участке двумя свитами: тюбильской свитой венда и унгутской свитой нижнего кембрия. Образования нижнетюбильской подсвиты (Vtb_1) развиты в приустьевой части лога, а также обнажаются в цоколе террас справа и слева от устья. Они представлены известковистыми песчаниками с чёткой градационной слоистостью, местами с прослоями песчанистых известняков или алевролитов (в верхних частях отдельных элементарных ритмов). Песчаники подсвиты буровато-серого цвета, слюдистые. Известняки тёмно-серые битуминозные, с отчётливым запахом сероводорода.

Верхнетюбильская подсвита (Vtb_2) сложена темно-серыми битуминозными известняками с примесью песчаного и глинистого материала. Известняки подсвиты имеют отчётливую горизонтальную слоистость, проявленную в изменении содержания песчаного и глинистого материала. Переход между нижнетюбильской и верхнетюбильской подсвитами постепенный и выражается в увеличении доли карбонатного материала вверх по разрезу. В результате известковистые песчаники нижней подсвиты сменяются песчанистыми и глинистыми известняками верхней. В приустьевой части лога Пещерного отложения верхнетюбильской подсвиты слагают ядро синклинальной складки.

Унгутская свита (Є$_1$*un*) на участке представлена светло-серыми (до белых на выветрелой поверхности) массивными известняками. Развиты они примерно в полукилометре вверх от устья лога Пещерного, где слагают крупные скальные выходы. Самая характерная черта этих пород – массивная текстура и чисто карбонатный состав. Лишь в единичных случаях отмечается незначительная примесь песчаного материала. Непосредственных взаимоотношений между породами тюбильской и унгутской свит на участке не наблюдается, но, судя по элементам залегания, породы унгутской свиты залегают стратиграфически выше.

Маршрут целесообразно начинать от автобусной остановки «Южная» маршрута №12 в 200 м по аз. 170° от устья лога Пещерного. Здесь приустьевые части лога Пещерного и сопряжённого с ним широкого лога, по которому проложена автодорога от школы Глухонемых на пос. Удачный, глубоко врезаны в цоколь VI террасы Енисея. Породы цоколя наиболее полно обнажены в крутом уступе южного склона террасы, где слагают крупные скальные выходы. Подножье крутого уступа VI террасы Енисея покрыто осыпью карбонатных пород. В 10 м выше по склону начинаются скальные выходы песчанистых и глинистых известняков верхнетюбильской подсвиты. Породы тёмно-серого цвета, битуминозные. При ударе молотком ощущается запах сероводорода. Чётко проявлена слоистость, выраженная в ритмичном чередовании прослоёв песчанистого и глинистого известняка. Наблюдается довольно выдержанное падение слоистости: аз. пад. 295º ∠ 40º. Породы пронизаны густой сетью прожилков белого кальцита. В известняках наблюдаются проявления карстовых процессов в виде грота высотой более 2 м и глубиной около 7 м (рис. 101) а также многочисленных мелких «карманов» (рис. 102).

Рис. 101. Грот, образовавшийся в результате карстовых процессов в битуминозных песчанистых известняках верхнетюбильской подсвиты тюбильской свиты, слагающих цоколь террасы р. Енисей

Рис. 102. Проявления карстовых процессов в битуминозных песчанистых известняках верхнетюбильской подсвиты тюбильской свиты в районе начальной точки маршрута

От начальной точки маршрут продолжается на север, пересекая широкую задернованную долину, на которой находится развилка дорог.

Следующая точка наблюдения расположена в устье лога Пещерного. Справа от устья наблюдается коренной выход осадочных пород тюбильской свиты, высотой до 2,5 м и протяжённостью около 8 м, вытянутый с ЮЗ на СВ. Обнажаются ритмично переслаивающиеся известковистые песчаники разной зернистости (от грубо- до мелкозернистых) и песчанистые и глинистые известняки. Песчаники бурого цвета, горизонтально слоистые. По плоскостям напластования наблюдаются многочисленные чешуйки слюды. Известняки тёмно-серые, битуминозные, сероводородистые. Слоистость градационная. Выделяются ритмы мощностью до 1 м, начинающиеся грубозернистым песчаником и кончающиеся известняком. В целом вверх по разрезу доля известняков в ритмах увеличивается. Слоистость относительно полого падает на северо-восток (аз. пад. 35º ∠40º). По трещинам развиты гидротермальные прожилки белого кальцита. Выветрелые поверхности лимонитизированы. У подножия обнажения формируется современная щебнистая осыпь.

В восточном (левом) борту ручья в крутом уступе (высотой 1,7 м) обнажены рыхлые неслоистые супеси бурого цвета, слагающие террасу ручья лога Пещерного. Ручей в районе устья разливается во все стороны, в результате чего после таяния снега отлагаются песчано-глинистые наносы жёлто-серого цвета с отдельными чёрными прослоями (с магнетитом?), нередко перекрывающие прошлогоднюю траву (рис. 103).

В 50 – 70 м на северо-восток от устья ручья, вдоль осевой линии водораздела между двумя соседними логами, наблюдается ядро пологой синклинальной складки, выполненное тёмно-серыми песчанистыми и глинистыми битуминозными известняками верхнетюбильской подсвиты.

Маршрут продолжается вверх по логу Пещерному, вдоль левого борта ручья. Вначале долина ручья представляет собой каньон глубиной от 3 до 5 м. Дно плоское, стенки почти отвесные. В бортах обнажены бурые неслоистые супеси, местами осыпающиеся в русло ручья. Проявлена боковая эрозия (подмывание стенок каньона на поворотах русла). По плоскому дну долины в приустьевой части отлагается глинисто-алевритовый аллювий. От 80 м и выше русло ручья и борта долины завалены бытовым мусором. На 150 м по ходу наблюдается резкое расширение долины. Продольный профиль русла резко выполаживается; в русле на протяжении около 10 м накапливаются отложения глинисто-алевритового состава.

Выше по течению долина вновь резко сужается. В продольном профиле русла ручья наблюдается крутой поперечный уступ, высотой около 1, 5 м. К нему приурочен водопад (рис. 103). Ниже водопада по обе стороны от русла развиты узкие останцы террасы высотой до 2 м от уреза воды, а выше водопада на этом же уровне находится русло ручья. Ниже водопада проявлена донная эрозия, выше по течению в русле ручья накапливается аллювий.

Рис. 103. Отложение современного аллювия поверх прошлогодней травы в устье лога Пещерного

Рис.104. Водопад в русле ручья в логу Пещерном – место проявления современной регрессивной эрозии

В интервале 200 – 300 м от устья – лог расширяется, ручей врезан в более высокую террасу (высота 4 – 5 м над урезом воды). Склоны, крутизной около 35°, покрыты смешанным лесом. По бортам долины развиты многочисленные микрооползни, закреплённые корнями деревьев. На склонах развит бугристый микрорельеф, характерный для участков развития дефлюкционных процессов.

Далее долина вновь сужается, становится V-образной, в плане – извилистой. Ручей врезается в подстилающий субстрат небольшими уступами. В начале интервала наблюдается оползень, сошедший более 40 лет назад и закреплённый выросшей после этого древесной растительностью (рис. 105). Русло ручья глубоко врезано и затенено; вдоль него нередко до второй половины июня сохраняется наледь. Аккумуляция аллювия проявлена на отдельных участках. В целом интервал русла ручья можно рассматривать как зону транспортировки.

В 400 м по аз. 20° от устья лога Пещерный в левом борту долины наблюдается цепочка коренных выходов габбро-порфиритов, слагающих дайку субширотной ориентировки (аз. пр. 100º), мощностью около 10 м (рис. 106). Габбро-порфириты тёмно-серые, мелкопорфировые. Различаются мелкие выделения таблитчатого плагиоклаза, тёмно-серого цвета, размерами до 1,5 мм и слагающие около 3 % объёма. Структура основной массы крайне тонкозернистая. Текстура массивная. Внешне породы сходны с базальтами второй пачки имирской свиты ордовика.

Выше дайки долина резко расширяется. Здесь ручей разделён на несколько рукавов, которые врезаны в болотистую пойму. Весной и после сильных дождей в пойме наблюдаются небольшие понижения со стоячей водой.

В 100 м по аз. 0° от дайки габбро-порфиритов ручей прорезает высокий скальный уступ, высотой до 9 м, ориентированный в целом поперёк долины. Этот уступ сложен светло-серыми тонкозернистыми массивными известняками (рис. 107). Окраска на свежем сколе светло-серая, с коричневатым оттенком. Выветрелые поверхности белёсые, иногда буроватые из-за лимонитизации. В обнажении выделяется зона тектонической трещиноватости шириной до 1 м, субвертикальная, азимут простирания – 340º. В 3 м западнее неё наблюдается зона тектонического брекчирования, круто наклоненная к северо-востоку. По всему обнажению много прожилок белого кальцита, в северо-восточной части обнажения – жила белого крупнокристаллического кальцита мощностью до 20 см.

Вдоль зон дробления, трещиноватости и по кальцитовой жиле развивается карстование. В основании скалы – вход в небольшую пещеру в виде горизонтальной щели шириной до 40 см (рис. 108). Рядом со входом в пещеру находится вертикальный колодец, выработанный в известняках (рис. 109). В 20 м ниже по правому борту лога находится крупный грот (рис. 110).

Рис. 105. Закреплённый оползень в логу Пещерном

Рис. 106. Дайка габбро-порфиритов имирского комплекса в логу Пещерном

Рис. 107. Эрозионные «ворота» в известняковых скалах, промытые ручьём в логу Пещерном

Рис. 108. Вход в пещеру в логу Пещерном

Рис. 109. Вертикальный карстовый «колодец»

Рис. 110. Крупный грот в известняках унгутской свиты в логу Пещерный

Маршрут продолжается вверх по долине ручья. Выше узкого прохода между скалами ручей течет по узкой V-образной долине; крутизна склонов от 40 до 50º. По тальвегу наблюдается четко выраженная промоина шириной 20 – 50 м и глубиной от 20 см до 1 м. В русле отлагается песчано-глинистый материал с щебнем и глыбами известняков.

Последняя точка маршрута расположена в 100 м по азимуту 45º от предыдущей. Здесь наблюдается скальный выход высотой до 4 м и шириной около 3 м песчанистых битуминозных известняков темно-серого цвета, расположенный в левом борту ручья. Слоистость известняков тонкая, горизонтальная, круто падает на северо-восток, образуя мелкие пологие складки. В среднем аз. пад. 65º ∠55º

Непосредственно к северу от точки, у подножья правого борта лога, можно наблюдать два родника, являющихся истоками ручья Пещерного. Выше долина перегорожена дамбой, сложенной песчано-глинисто-щебнистым материалом, в основании которой находится забетонированный водослив. По дамбе проложена автомобильная дорога к пос. Горный, на обочине которой маршрут заканчивается. В придорожных выемках высотой до 2 м здесь можно наблюдать аллювиальные отложения VII террасы р. Енисей, представленные серовато-бурыми и светло-бурыми супесями и суглинками. По дороге можно выйти на остановку автобуса № 12 «Школа глухонемых».

2.11. МАРШРУТ «ЧЁРНАЯ СОПКА»

Гора Чёрная Сопка (рис. 111, 112) расположена в 8 км к юго-западу от пос. Зыково и отлично видна из многих районов г. Красноярска, являясь одним из символов города. Кроме того, массив г. Чёрная Сопка является петротипом одноименного комплекса.

Цель маршрута: изучение строения и состава раннедевонской субвулканической интрузии, сложенной щелочными долеритами, эссекситами и тингуаитами. Протяженность маршрута около 10 км.

В геологическом строении участка принимают участие кембрийские (торгашинская и шахматовская свиты) и девонские отложения. В составе торгашинской свиты резко преобладают известняки. Образования шахматовской свиты представлены здесь доломитами с прослоями алевролитов и доломитизированными известняками с фауной трилобитов. Общая мощность кембрийских отложений составляет около 2000 м. В районе г. Чёрная Сопка доломиты интенсивно окремнены. Породы кембрия интенсивно дислоцированы и смяты в мелкие складки субмеридионального простирания.

Девонские отложения с резким стратиграфическим несогласием залегают на доломитах шахматовской свиты и представлены терригенными и вулканогенными отложениями карымовской и павловской свит раннего и среднего девона.

Рис. 111. Гора Чёрная Сопка

Рис. 112. Курумы щелочных оливиновых долеритов на юго-западном склоне г. Чёрная Сопка

Нижняя часть карымовской свиты сложена красноцветными песчаниками, алевролитами и гравелитами. В разрезе верхней подсвиты карымовской свиты преобладают эффузивы среднего и основного состава. С азимутальным несогласием раннедевонские отложения карымовской свиты перекрываются пестроцветными образованиями среднедевонской павловской свиты, представленными песчаниками, алевролитами с линзами и прослоями известняков.

Сама субвулканическая интрузия г. Чёрная Сопка представляет собой шток диаметром 1,2 – 1,5 км, имеющий кольцевое строение. Центральная его часть сложена щелочными оливиновыми долеритами и эссекситами, а периферия - тингуаитами; причем последние выполняют кольцевой разлом, возникший после становления интрузии долеритов. Об этом свидетельствует и результаты наблюдения за трещинной тектоникой, наличие жил щелочных сиенит-порфиров в долеритах и приконтактовые изменения последних. Подробное описание пород, слагающих интрузивное тело приведено в главе 3 (раздел 3.5. – «Интрузивный магматизм»).

До начала маршрута проще всего добраться, если доехать на электричке до станции Зыково, а затем пройти около 8 км на запад от поселка. Но тогда подъем на вершину г. Чёрная Сопка придется совершать по восточному склону, а он достаточно крутой. Есть и другой вариант: на автобусе № 18 доехать до остановки «Сады Сибтяжмаша» и по тропе пройти мимо полей в сторону дер. Кузнецово, а затем по дороге идти до пионерского лагеря, западнее которого растет смешанный лес. По этому лесу нужно идти в ЮЗ направлении до самого подножия г. Чёрная Сопка, где можно увидеть многочисленные обломки черных мелкозернистых щелочных оливиновых долеритов и эссекситов (см. рис. 112). Коренные выходы этих пород на западном склоне г. Чёрная Сопка начинаются на высоте около 580 метров и идут до самой вершины. Западный склон в нижней части очень пологий (до 5º), а затем его крутизна резко увеличивается и достигает 25º. К сожалению, тингуаиты обнажены плохо – их обломки можно иногда обнаружить лишь в выворотнях корней деревьев в нижней части склона.

С вершины г. Чёрная Сопка в ясный солнечный день открывается великолепный вид на г. Красноярск, но, к сожалению, чаще всего город еле-еле виден сквозь пелену смога. На вершине маршрут заканчивается.

Таким образом, массив г. Черная Сопка представляет собой хорошо отпрепарированную в рельефе субвулканическую интрузию, оказавшуюся на поверхности в результате разрушения древнего раннедевонского палеовулкана, эффузивы покровной фации которого можно увидеть в составе карымовской свиты.

3. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОКРЕСТНОСТЕЙ г. КРАСНОЯРСКА

3.1. ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РАЙОНА

Геологическое изучение окрестностей г. Красноярска началось довольно рано по сравнению со многими другими районами и областями Сибири. Интерес был обусловлен доступностью района и сложностью геологического строения, где на небольшой территории оказались сосредоточены геологические образования разного возраста, принадлежащие к нескольким крупным геологическим структурам, сочленяющимся в районе города.

В изучении района можно выделить три этапа, различающихся масштабами и методикой работ. На первом, включающем XIX – начало XX вв., преобладали маршрутные исследования. На втором – с 1917 по 1946 гг. определяющими работами были мелкомасштабные геологические съемки. Третий этап (до середины 1980-х гг.) характеризуется проведением средне- и крупномасштабных геологических съемок и выполнением (в значительной мере в интересах съёмочных работ) разнообразных тематических исследований. На новейшем этапе основной объём геологических исследований в районе был связан с подготовкой к проведению и выполнением геологических съёмок нового поколения.

Сведения об исследованиях *первого этапа*, проведенных в дореволюционный период, достаточно подробно изложены академиком В. А. Обручевым в его «Истории геологического исследования Сибири».

В 1829 г. через Сибирь, совершая кругосветное путешествие, проехал русский ученый Г. А. Эрман. Он совершил несколько экскурсий в окрестностях г. Красноярска, отчет о которых был опубликован лишь в 1838 г. в г. Берлине. Он описал горные породы, обнажающиеся у дер. Базаихи и с. Торгашино: битуминозные известняки, налегающие на грубый песчаник, глинистые сланцы, вверх по р. Базаихе также перекрывающиеся известняком, отметил «соприкосновение глинистых сланцев с гранитами».

В 1830 г. в Красноярском районе Енисейской губернии было открыто россыпное золото. С этого момента началась «золотая лихорадка», которая в середине XIX в. вывела Енисейскую губернию на первое место среди золотодобывающих областей мира. Но в самом Красноярском округе россыпи оказались бедными, и золотодобывающая промышленность большого развития не получила. Но можно с уверенностью сказать, что на территории заповедника «Столбы» не осталось ни одной речки, ни одного ручья, на которых не поработали бы искатели счастья. До сих пор можно встретить следы старых старательских работ.

В 1842 г. через Красноярск, возвращаясь из путешествия в Восточный Алтай, проехал выдающийся путешественник П. Я. Чихачев. Он совершил экскурсию к низовьям р. Базаихи и экскурсию на «Столбы», поднявшись к ним, по-видимому, по р. Лалетиной и спустившись по руч. Моховому. Эти экскурсии были описаны в книге, изданной на французском языке в

г. Париже в 1845 г. В ней он дает краткое описание пород, встреченных по ходу маршрута (известковый песчаник, белый мергель, красный песчаник), красочно описывает Столбы, сложенные «граносиенитом», отмечает, что они являются частью массива гранитной формации, «как будто заключенного в рамку осадочных пород». На русском языке работа П. А. Чихачева впервые увидела свет только в 1974 г.

В 1843 г. Э. Гофман, профессор Горного института и Санкт-Петербургского университета, и геолог Д. Макеровский по заданию правительства посетили некоторые промыслы Сибири. Находясь в Красноярске, они осмотрели оба берега Енисея выше города, посетили Столбы. В своем отчете Э. Гофман написал, что породы Столбов прорывают граувакку и глинистые сланцы, которые обнажаются у д. Базаихи и на левом берегу Енисея. Он отметил несогласное залегание красноцветных песчаников у с. Торгашино на известняках.

Первое более обстоятельное исследование этой местности произвел В. К. Златковский в 1884 г. В нижнем течении р. Базаихи он описывает грауваккову формацию, сложенную известняками и перемежающимися с ними песчаниками и сланцами. Он впервые находит фауну в известняках у с. Торгашино, принадлежащих, по его мнению, к этой же формации. Ф. Б. Шмидт определяет эту фауну как девонскую («кораллы плохой сохранности»). В. К. Златковским были описаны граниты, диабазы и порфиры, прорывающие «сероваккову формацию».

В окрестностях Красноярска в 1885 г. побывал И. Д. Черский. Известняки близ с. Торгашино им были отделены от серых вакк и отнесены к девону на основании тех же определений Ф. Б. Шмидта. Грауваккову формацию он считал силурийской. И. Д. Черский отрицал палеозойский возраст и изверженное происхождение пород Столбов и отнес их к гнейсам архея. Признание столь древнего возраста столбовских сиенитов, по-видимому, связано с тем, что в то же время (1866) у И. Д. Черского появилась идея о том, что Восточный Саян вместе с Забайкальем представляют собой сушу, с древних времен не покрывавшуюся морем, позже (1901) названную «древним теменем Азии».

В 1890 г. Н. Б. Латкин опубликовал очерк о природе Красноярского округа, коснувшись особенностей геологического строения. К. С. Еленев при описании костеносных пещер по рекам Бирюса и Караульная отметил также пещеру в высоком утёсе на берегу Енисея, вблизи устья р. Караульной с остатками стоянки человека железного века.

В конце XIX в. в связи со строительством транссибирской железнодорожной магистрали составляются геологические карты вдоль ее трассы. Для Красноярского округа такая карта в масштабе 10 верст в 1 дюйме была составлена К. И. Богдановичем в 1893 – 1894 гг. Ранее (1893) К. И. Богдановичем в этом районе была выделена грауваккова свита, которую он назвал енисейской. Позднее, в работе 1894 г. к енисейской свите он отнес все известняки, в том числе торгашинские, бирюсинские и овсянковские. Возраст известняково-грауваккової свиты, с учетом определений

Ф. Б. Шмидта, признан был им позднесилурийским-раннедевонским. К. Т. Богданович подтвердил изверженное происхождение сиенитов Столбов, указав на контактовые изменения во вмещающих породах, и определил время извержения: между окончанием отложения торгашинского известняка и началом отложения красноцветной толщи, несогласно перекрывающей известняк.

В 1893 г. Н. Л. Ижицкий сделал маршруты по р. Мане и Базаихе. Свои палеонтологические сборы из торгашинских известняков он передал Э. В. Толлю, который пришел к выводу, что окаменелости, ранее принимавшиеся за «плохие кораллы», являются археоциатами. Ошибка Ф. Б. Шмидта была исправлена и торгашинские известняки по возрасту были отнесены к кембрию. Позднее (1889) он уточняет их возраст: конец раннего кембрия – начало среднего. В 1903 г. к этому мнению присоединяется Ф. Б. Шмидт. Это определение возраста было подтверждено многими работами советских палеонтологов (Лермонтова, 1924; Репина, 1960; Журавлева, 1962 и др.). К настоящему времени установлено, что фауна археоциат в средний кембрий не проходит, и эти отложения считаются исключительно раннекембрийскими.

Огромную роль в дальнейшем направлении исследований в данном районе сыграла работа В. А. Обручева. В 1908 г., будучи профессором Томского технологического института, он организует летнюю практику студентов по геологической съемке в окрестностях г. Красноярска. Им велась работа по составлению детальной карты этого района. С этой целью была изучена площадь на правом берегу Енисея от устья р. Маны до с. Торгашино, включая «Столбы», и узкая полоска обнажений вдоль левого берега Енисея выше г. Красноярска. Карта и объяснительная записка были подготовлены к изданию учеником В. А. О бручева А. И. Козловым, но во время революции они пропали.

В 1918 г. выходит статья В. А. Обручева «О торгашинском известняке и енисейской свите», которая положила начало многолетней дискуссии о границе кембрия и протерозоя в северо-западной части Восточного Саяна. В своей статье В. А. Обручев подробно останавливается на взаимоотношениях торгашинского известняка и подстилающих его пород, которые В. А. Обручев называет енисейской свитой в раннем понимании К. И. Богдановича. Известняк залегает на енисейской свите резко несогласно, что доказывается разной степенью дислоцированности пород и тем, что дайки диабазов, в изобилии встречающиеся в енисейских отложениях, не прорывают торгашинских известняков. Вывод о наличии крупного несогласия в основании торгашинских известняков позволил В. А. Обручеву отнести более древние отложения к протерозою.

Эта работа завершает первый этап исследования геологического строения окрестностей г. Красноярска. Стало очевидным, что в северной части Красноярского кряжа (так его называли раньше) имеются надежно охарактеризованные фаунистически нижнекембрийские отложения и подстилающие их более древние карбонатно-терригенные толщи, лишенные окаменелостей. Были определены породы, слагающие «Столбы», и их относительный воз-

раст, установлены другие интрузивные тела (диабазы, диабазовые порфириты), прорывающие граувакковые породы.

Более детальное изучение территории, отвечающее *второму этапу* исследований, было осуществлено в 1924-1941 гг. Район неоднократно исследовался А. Г. Вологдиным (1928, 1929, 1931, 1933, 1937). Он изучал низовья р. Маны с целью выбора места «для гидросиловых установок». В 1933 г. он изучал берега Енисея в районе Караульнинского створа под проектируемую Красноярскую гидроустановку, а в 1937 г. им была дана характеристика района для путеводителя по Красноярскому краю для XVII сессии Международного геологического конгресса. Следует отметить, что, в отличие от В. А. Обручева, А .Г. Вологдин последовательно отрицал наличие протерозойских образований в Восточном Саяне.

В 1929 – 1930 гг. геологическую съемку северной части Красноярского кряжа проводит Ю. А. Кузнецов. Он составляет карту в масштабе 10 верст в 1 дюйме (1:420 000) этой территории и карту (1 верста в 1 дюйме) низовьев р. Базаихи. Большим достоинством данной работы явилось детальное петрографическое описание магматических пород района. Фактически именно Ю. А. Кузнецовым впервые была составлена цельная схема стратиграфии и магматизма Красноярского района, к которым в основных своих чертах (в первую очередь – в отношении вещественного состава и возрастной последовательности подразделений) восходят и современные схемы. Хотя, конечно, современные схемы, в сравнении с прежними, существенно детализированы, а возраст некоторых подразделений уточнен или пересмотрен. В отложениях девонского возраста, налегающих с несогласием на торгашинские известняки, Ю. А. Кузнецовым были обнаружены богатые местонахождения флоры. После изучения этих находок А. Р. Ананьевым их стали считать классическими для Сибири.

В 1936 г. Красноярский хребет впервые посещает К. В. Радугин. Работая в долине р. Маны, он выделил ряд протерозойских свит. В 1947 г. он возобновил наблюдения и до конца своей жизни постоянно занимался исследованиями северо-западных отрогов Восточного Саяна.

В 1936 г. геологическую съемку масштаба 1:100000 центральной части Красноярского района проводят И. К. Баженов и М. П. Нагорский. Их исследования дали новый интересный материал для возобновления острых споров о кембрии и докембрии Красноярского хребта. Много критики в адрес этой работы было высказано А. А. Предтеченским, которому был поручен осмотр разреза по р. Базаихе в ходе подготовки сибирской экскурсии XVII сессии МГК. В статье «Разрез древнего палеозоя района г. Красноярска» (1937) им критикуется стратиграфическая схема И. К. Баженова и М. П. Нагорского и отрицается крупное несогласие в подошве торгашинских известняков. В свою очередь, выводы А. А. Предтеченского были подвергнуты критике А. Н. Чураковым. В 1941 г. выходит из печати монография А. Н. Чуракова «Протерозой северо-западной части Восточного Саяна», где он критически пересматривает сложившиеся к тому времени взгляды на стратиграфию и тектонику. Он настаивал на существовании в районе протерозойских свит,

отделенных «огромным перерывом» от торгашинского известняка. В данной монографии был впервые выделен перидотитовый пояс Восточного Саяна, к которому отнесены гипербазиты Красноярского района. Можно сказать, что работа А. Н. Чуракова подвела итог второму этапу.

Третий этап характеризуется геологическими съемками среднего и крупного масштаба, как с целью создания кондиционных карт, так и сопровождающими поисковыми и тематическими работами. С 1949 по 1955 гг. «Енисейстрой» проводил поисково-съемочные работы, в которых принимали участие А. Н. Легков, В. Д. Фокин, И. И. Журин, Ю. А. Кудрявцев, Е. Я. Горбачев и Г. А. Месумян. Съемки этого периода проводились с узкопоисковыми целями, без достаточного внимания к изучению геологического строения района.

В процессе подготовки строительства Красноярской гидроэлектростанции в 1955 г. работниками Ленгидэпа Д. П. Прочухан и А. И. Сизовым проводились специальные инженерно-геологические исследования для выбора створа под плотину. Детальными буровыми работами был подтвержден прорыв эффузивной толщи, относившейся к раннему девону, столбовскими сиенитами и граносиенитами.

В 1954 г. началась геологическая съемка масштаба 1:200 000 листов N-46-Ш и N-46-IV. На первом bp yb[вели работы В. М. Чаиркин и Р. Ш. Залялеев, на втором – В. В. Беззубцев и И. П. Жуйко. Геологические карты этих авторов легли в основу первой унифицированной схемы стратиграфии и магматизма северо-западной части Восточного Саяна.

Начиная с 1953 г., в северо-западной части Восточного Саяна работала группа геологов СО АН СССР во главе с В. В. Хоментовским (М. А Семихатов, Л. Н. Репина); позже исследования здесь также вели Ю. В. Шенфиль, А. С. Гибшер и др. Ими детально изучен ряд опорных разрезов и проведено картирование участков, наиболее важных для решения вопросов стратиграфии. Результаты этих исследований были обобщены в монографии (Хоментовский и др., 1960).

С середины 1950-х гг. в районе Красноярска ведёт работы доцент, а в дальнейшем – профессор Томского университета А. Р. Ананьев. Предметом его исследований было изучение комплексов девонской флоры южной Сибири и установление их стратиграфического значения. Результаты этих работ опубликованы им в 1959 г. в монографии «Важнейшие местонахождения девонских флор в Алтае-Саянской горной области». В частности, А. Р. Ананьевым впервые было детально исследовано и подробно описано открытое ранее Ю. А. Кузнецовым Торгашинское местонахождение псилофитовой флоры на окраине Красноярска, с тех пор считающееся одним из наиболее представительных местонахождений девонских растений в мире. В целом по Алтае-Саянской области А. Р. Ананьевым было выделено три крупных комплекса флоры, отвечающих трём отделам девонской системы, чем был внесён очень важный вклад в стратиграфию девонских отложений региона.

С 1959 по 1960 гг. в районе г. Красноярска и его окрестностях производятся геологические съёмки масштаба 1:50 000. Съёмки выполнялись на разных листах в различные годы А. И. Владимировым, С. И. Макаровым и В. П. Богадицей, В. М. Гавриченковым и А. П. Косоруковым. В 1968 г. геологическая карта на площадь четырёх листов масштаба 1:50 000, отвечающая территории города Красноярска и его ближайшей пригородной зоне (листы O-46-138-Г, O-46-139-В, N-46-6-Б и N-46-7-А), была подготовлена С. И. Макаровым и В. П. Богадицей к изданию в ранге государственной. Но издание Госгеолкарт крупного масштаба было на неопределённое время отложено, и, в конечном счёте, этот проект так и не был реализован.

В целом можно считать, что геологические съёмки масштаба 1:50 000 подвели итог крупному этапу геологических исследований. Все исполнители этих работ в той или иной мере успешно детализировали геологические карты своих участков, в целом опираясь на схемы стратиграфии и магматизма, разработанные при производстве среднемасштабных съёмок. Но при этом решению общих вопросов геологического строения района существенного внимания не уделялось. Листы геологических карт, составленных различными авторами, между собой никак не увязывались; вопросы стратиграфического расчленения и корреляции картируемых подразделений решались на них по-разному. В наибольшей мере это относится к образованиям древнего складчатого комплекса верхнего докембрия – нижнего кембрия. На этом стратиграфическом уровне разные авторы, даже используя большей частью одни и те же названия стратиграфических подразделений, их литологический состав, строение и возраст истолковывали каждый по-своему, что только запутывало понимание геологического строения и геологической истории района.

Существенные вопросы и противоречия остались по вопросам стратиграфии вулканогенных и осадочных образований, относившихся к девону. Мощная вулканогенная толща, протягивающаяся от Красноярска в западном направлении, всеми авторами целиком относилась к быскарской серии с возрастом D_{1-2}. При этом считалось, что в восточном направлении эти образования замещаются одновозрастными отложениями ассафьевской и карымовской свит, имеющими большей частью терригенный состав, да и заметно отличающихся по набору присутствующих в них вулканических пород. Наличие такой резкой смены состава на одном возрастном уровне и на протяжении всего лишь первых километров какому-либо внятному объяснению не поддавалось. Сама «быскарская серия» также расчленялась разными авторами совершенно по-разному, с выделением собственных толщ и пачек на разных листах карты.

Нерешённым оставался вопрос о геологической позиции тел, сложенных породами ультраосновного состава. Большинством авторов они рассматривались как интрузии, и возраст их, соответственно, определялся в зависимости от возраста тех пород, в окружении которых они залегают. Впервые, благодаря крупному масштабу съёмок, на картах было отображено внутреннее строение интрузий столбовского комплекса. Но выявленная картина со-

вершенно не согласовывалась со сложившимся представлением о штокообразной форме массивов, и никто на такое противоречие даже не обращал внимания.

Слабо изученными и почти не расчленёнными на геологических картах оставались четвертичные отложения. Относительная ясность была достигнута лишь в отношении стратиграфического расчленения и корреляции отложений среднего-верхнего девона, нижнего карбона и юры. Стратиграфические схемы этих уровней приобрели практически современный вид.

Одновременно в конце 1960-х и в 1970-х гг. выходит ряд работ, подводящих итоги многолетних тематических работ по отдельным вопросам геологии региона. В 1967 г. опубликована монография А. А. Предтеченского, в которой изложены результаты его почти тридцатилетних исследований северо-западной части Восточного Саяна.

В 1978 г. З. П. Любалинская и Д. М. Бондарева завершили составление геолого-литологической карты юга Красноярского края, в которой был отражён принципиально новый взгляд на геологическое строение древнего складчатого комплекса района г. Красноярска. Они выделяют здесь ряд тектонических пластин, внутри каждой из них в отдельности устанавливается стратиграфическая последовательность древних толщ. Вдоль тектонических контактов блоков развиты линзовидные тела гипербазитов, подстилающие стратифицированный разрез, начинающийся во всех блоках основными эффузивами. Противоположные контакты гипербазитовых тел, по мнению этих авторов, повсеместно тектонические.

С конца 50-х гг. район Красноярска привлекает неизменное внимание геологов-четвертичников, изучающих геологическое строение террасового комплекса среднего течения р. Енисей. В разные годы здесь ведут работы С. И. Горшков, В. А. Зубаков, Т. Н. Фениксова и другие исследователи. Разные авторы выделяют здесь 7 или 8 террасовых уровней, находящихся на нескольких гипсометрических отметках, заключённых в диапазоне до 160 м над современным уровнем Енисея. Т. Н. Фениксова (1978) выделяла сверх этого несколько ещё более высоких террасовых уровней (выше 200 м), рассматривая их как дочетвертичные (плиоценовые).

Большой вклад в исследования кайнозойских отложений долины р. Енисей и междуречья Енисей – Базаиха внес Р. А. Цыкин. Кроме того, им были составлены средне- и крупномасштабные геоморфологические карты окрестностей г. Красноярска, в том числе, и для участков проведения геологических маршрутов учебной геологической практики студентов 1-го курса геологических специальностей.

В шестидесятых – семидесятых годах прошлого века в толщах известняков венда и нижнего кембрия экспедициями самодеятельных спелеологов были открыты карстовые пещеры.

Р. А. Цыкин и Ж. Л. Цыкина уделяли большое внимание изучению структурно-геологических особенностей торгашинских известняков, а также внесли существенный вклад в исследования карста и пещер Караульнинского и Торгашинского участков (Цыкин, 1974, 1978, 2003, 2004).

Наибольшую известность получили спелеообъекты Торгашинского участка, где пользуются популярностью одноименная шахта и разветвленная пещера Ледяная, а также полости Караульнинского участка. Здесь на основе пещеры Караульная-2 в 2004 г. создан научно-природоохранный рекреационный комплекс. Карстовые участки являются геологическими достопримечательностями территории, часто посещаемыми школьниками и студентами.

Последней работой, которую можно отнести к данному этапу исследований, является групповая геологическая съёмка м-ба 1:50 000 западной части Канско-Ачинского угленосного бассейна (В. А. Калинин и др., 1985). Съёмкой была одновременно охвачена обширная территория от г. Красноярска до района г. Боготола. При этом в окрестностях г. Красноярска впервые в крупном масштабе было отражено строение вулканического комплекса на территории от Николаевской сопки до района ст. Минино, а также осадочных отложений среднего-верхнего девона и юры к северо-западу от Красноярска. После этого не охваченными крупномасштабной геологической съёмкой остались лишь территории, примыкающие к г. Красноярску с востока, юго-востока и северо-востока.

В то же время уже в 1980-е гг. начинаются работы, связанные с подготовкой к новому этапу геологических съёмок. Первоначально предполагался переход к производству крупномасштабной геологической съёмки (1:50 000) нового поколения, которая выполнялась бы на новом, более высоком методическом и научном уровне и при более жёстких требованиях к качеству. Для этого, в частности, было необходимо увязать между собой схемы стратиграфии и магматизма, разработанные для отдельных небольших участков, а также устранить существующие в них противоречия. Кроме того, необходимо было уже на подготовительном этапе устранить нерешённые вопросы или поставить задачи по их решению непосредственно в процессе будущих съёмок. В дальнейшем от планов проведения геологической съёмки в ранге государственной решено было отказаться и вместо этого перейти к повторному картированию территории России в масштабе 1:200 000 на качественно новой основе (ГДП-200/2). Но задачи, указанные выше, остались, и их решение было продолжено – первоначально в рамках специализированных тематических работ.

С 1979 по 1981 годы сотрудниками ИГиГ СО АН СССР А. С. Гибшером, А. А. Терлеевым и др. (Хоментовский и др., 1981; Терлеев, 1984) велись тематические работы по разработке стратиграфической схемы верхнего докембрия – нижнего кембрия северо-западной части Восточного Саяна. Ими были детально изучены опорные участки распространения свит верхнего протерозоя и кембрия, получен новый материал по их составу, расчленению и корреляции позднего докембрия и кембрия северо-западной части Восточного Саяна. По итогам исследований была разработана новая стратиграфическая схема этих отложений и составлен авторский вариант геологической карты масштаба 1:50 000 на территорию между устьем р. Мана и западной окраиной г. Красноярска, охватывающую площади съёмок различных авторов прежних крупномасштабных геологических карт. Эта карта, не-

смотря на несовершенство использовавшейся стратиграфической схемы, до сих пор остаётся, пожалуй, лучшей картой данного участка и в наибольшей мере соответствует имеющемуся фактическому материалу. Главным достижением авторов в вопросах стратиграфии был вывод о том, что по комплексу микрофитолитов и положению в разрезе овсянковская свита, ранее считавшаяся верхнерифейской, занимает положение вблизи границы венда и кембрия. Это был важный вывод, который в дальнейшем позволил привести стратиграфическую схему позднего докембрия и кембрия района к её современному виду.

С 1986 г. в Красноярском крае начались работы по составлению серийных легенд для геологических карт сначала масштаба 1:50 000, а в дальнейшем и 1:200 000. В рамках этих работ в 1988 – 89 гг. группой красноярских геологов под руководством М. Л. Махлаева (Махлаев и др., 1990) детально изучалось геологическое строение вулканического комплекса западнее г. Красноярска и внутреннее строение интрузий столбовского комплекса. Были увязаны схемы стратиграфического расчленения эффузивных образований, разработанные для разных участков их развития. На основе изучения кристаллизационной зональности и элементов прототектоники были пересмотрены прежние представления о форме интрузивных массивов столбовского комплекса. Выяснилось, что они представляют собой полого залегающие пластообразные тела либо лакколиты, что впоследствии было подтверждено геофизическими данными. Петрографические отличия состава различных массивов столбовского комплекса друг от друга объяснены различиями в глубинности их становления и величине эрозионного среза. Минералого-петрографическими данными подтверждена комагматичность сиенитов столбовского комплекса и трахитов вулканогенной толщи, относимых в настоящее время к имирской свите, и, соответственно, принадлежность их к единой вулканно-плутонической ассоциации (ВПА).

В это же время в лаборатории изотопной геохронологии ВСЕГЕИ были получены первые радиоизотопные датировки возраста пород столбовского комплекса. Вопреки устоявшимся представлениям о раннедевонском возрасте комплекса, они оказались средне-позднеордовикскими. Одновременно стали появляться данные о широком проявлении ордовикского магматизма в сопредельных районах Алтае-Саянской области. Для получения дополнительных данных М. Л. Махлаевым и заведующим лабораторией ВСЕГЕИ А. Г. Рублёвым совместно было выполнено изотопное датирование Лиственского, Шумихинского и Столбовского массивов, результаты которого позволили с уверенностью говорить об их средне-позднеордовикском возрасте (Рублёв и др., 1996). Радиоизотопный возраст вулканическай составляющей ВПА был уточнен коллективом специалистов из Новосибирска, Новокузнецка и Красноярска. Этими исследователями был совместно дополнительно изучен и опробован наиболее представительный разрез вулканогенной толщи вдоль р. Енисей напротив г. Дивногорска. Их возраст также был определён как средне-позднеордовикский (Крук и др., 2002). Таким образом, была доказана принадлежность всех магматических образований Качинско-

Шумихинской вулкано-тектонической депрессии к образованиям среднепозднеордовикского этапа тектоно-магматической активизации, наличие и широкое проявление которого в центральных районах Алтае-Саянской области установлено работами О. Ю. Перфиловой (2000, 2004).

Вопросы стратиграфического расчленения отложений девона, карбона, юры и четвертичной системы окрестностей Красноярска решались в рамках работ по составлению легенды Канской серии для геологических карт м-ба 1:50 000, выполнявшихся в 1988-1990 гг. Л. Н. Раевской, Л. А. Сафроновой и Т. А Шаталиной. Ими были изучены основные разрезы отложений этих стратиграфических уровней, а также проведены сборы ископаемой флоры и выделены споропыльцевые комплексы. Ископаемая флора нижнего и среднего девона изучалась сотрудницей Томского университета Т. В. Захаровой – ученицей и многолетней спутницей жизни А. Р. Ананьева. Споропыльцевые комплексы – красноярскими специалистами Л. Н. Петерсон, Л. Д. Гамулевской, С. А. Безруковой. Эти данные позволили детализировать стратиграфические схемы, уточнить положение границ и возрастные рамки стратиграфических подразделений.

В 2000 – 2002 гг. О. В. Сосновской проведены работы по совершенствованию схем стратиграфии верхнего докембрия – нижнего кембрия Красноярского района и соответствующих разделов серийных легенд. В ходе работ были сделаны новые представительные находки органических остатков в отложениях манской, бахтинской, тюбильской, овсянковской и унгутской свит, позволившие более надёжно обосновать их возраст. Впервые на основе изучения комплексов мелкораковинной фауны было палеонтологически доказано наличие в районе отложений томмотского яруса (самого нижнего в кембрии) и примерно определено положение границы между вендом и кембрием. Установлено, что она проходит в непрерывном карбонатном разрезе вблизи границы между овсянковской и унгутской свитами.

В результате всех перечисленных выше стратиграфических исследований 1980-х – начала 2000-х гг. стратиграфические схемы на район г. Красноярска приобрели современный вид. Именно эти схемы положены в основу всех современных геологических карт района.

В 2000-2001 гг. коллективом сотрудников СО РАН под руководством А. Э. Изоха при участии красноярских геологов А. Э. Динера и др. проведены детальные работы на интрузивном массиве г. Чёрная сопка. В результате исследований дана подробная петрографическая, минералогическая и геохимическая характеристика пород массива, получены их радиоизотопные датировки, свидетельствующие о раннедевонском возрасте интрузии. Установлена комагматичность пород Черносопкинского массива с эффузивами карымовской свиты, развитыми на смежной территории в районе платформы Петряшино. На основе этих данных было составлено и опубликовано монографическое описание Черносопкинского массива как петротипа одноимённого интрузивного комплекса (Динер и др., 2002).

Детальным изучением строения аллювиального комплекса террас Енисея на протяжении многих лет занимался А. Ф. Ямских. В результате иссле-

дований он пришёл к заключению о полициклическом строении аллювия высоких террас Енисея (Ямских, 1993). Основная суть представлений А. Ф. Ямских состоит в том, что в моменты бурного таяния горных ледников, при завершении каждой из ледниковых эпох, сток талых вод был столь масштабным, что Енисей выходил далеко из своих берегов и вода покрывала не только пойму, но и поверхности высоких террас. Выводы А.Ф. Ямских не изменяют представлений прежних авторов о последовательности и времени формирования самих террасовых уступов как форм рельефа. Но из них следует, что в составе аллювия каждой из высоких террас в настоящее время представлены речные отложения различного возраста, отвечающие нескольким «паводковым» эпохам. Эти представления находят косвенное подтверждение и в данных по другим районам Алтае-Саянской области, где в последнее время также обнаруживают геологические свидетельства того, что таяние горных ледников носило катастрофический характер и сопровождалось стоком гигантских объёмов талых вод.

Детальные исследования четвертичных отложений были выполнены также в связи с многолетними археологическими раскопками, проводившимися на верхнепалеолитической стоянке «Лиственка» в черте г. Дивногорска (Лаухин, Чеха и др., 2005). Выполненные этими исследователями реконструкции палеогеографических условий обитания древнего человека позволяют сделать вывод, что во время позднего палеолита, в конце последней ледниковой эпохи, в нашем районе был сухой и холодный климат, и существовал ландшафт приледниковой тундры с разрежённым (не сплошным) растительным покровом.

С 1990-х гг. начались работы по геологическому доизучению и изданию Госгеолкарт масштаба 1:200 000 нового поколения. Велись они полистно, на основе утверждённых новых серийных легенд, с учётом последних данных о возрастах и взаимоотношениях картируемых подразделений. В свою очередь, данные, получаемые при производстве ГДП, также использовались для совершенствования серийных легенд к Госгеолкартам. В окрестностях Красноярска все работы велись коллективом предприятия «Красноярскгеолсъёмка». На листе O-46-XXXIII – под руководством Е. И. Берзона (2001), на листе O-46-XXXIV – под руководством Л. П. Никулова (2003). В целом изданные геологические карты этих листов в достаточной мере соответствуют фактическому материалу, в том числе новейшему, и современным требованиям к Госгеолкартам. Возражения ряда специалистов вызывает лишь отнесение вулканогенных образований Качинско-Шумихинской депрессии к имирской свите, выделенной в соседнем регионе и имеющей, по многим данным, другой возраст. Что касается листа N-46-III, то работы на нём неоднократно прекращались в связи с недостатком финансирования, после чего так же неоднократно возобновлялись. В результате исследования велись в разные годы различными специалистами, без единой программы. Это не позволяло осуществлять законченные обобщения получаемых данных, составлять цельное представление о геологическом строении всей территории листа. Завершали обобщение материалов и готовили лист к изданию уже со-

всем не те авторы, которые начинали его доизучение. В результате подготовленная к изданию геологическая карта листа N-46-III содержит большое количество неувязок и несоответствий с фактическим материалом. Многие вопросы, касающиеся тех или иных аспектов геологического строения этой территории, остались нерешёнными. На листе N-46-IV работы по геологическому доизучению пока не проводились.

В 2005 г. группа специалистов в различных областях наук о природе из нескольких вузов г. Красноярска выступила с инициативой организации в пригородной зоне города учебно-научного полигона ландшафтно-экологического мониторинга, на котором можно было бы отслеживать изменение природной среды под антропогенным воздействием. На подготовительной стадии работ нужно было выполнить детальное изучение всех компонентов природного комплекса территории полигона, в том числе и его геологии. Под создание полигона был выбран участок на западной окраине Красноярска, между Университетским городком и р. Собакина. Геологические исследования на полигоне велись в 2005-2010 гг. М. Л. Махлаевым и О. Ю. Перфиловой при активном участии студентов красноярских вузов и учащихся школьных геологических кружков г. Красноярска. В результате были детально изучено строение развитого здесь вулканического комплекса ордовика и складчатого комплекса венда-кембрия, слагающего цоколь террас Енисея, составлена геологическая карта территории полигона масштаба 1:25 000 (Махлаев, Перфилова, 2007, 2010; Батин, 2008). Также изучен комплекс четвертичных отложений данной территории и составлена карта четвертичных отложений масштаба 1:25 000 (Махлаев и др., 2009). Впервые в практике геологического картирования была разработана концепция создания карты современных геологических процессов и составлена карта такого содержания, на которой отражены результаты наблюдений над природными геологическими процессами, протекающими на территории полигона в настоящее время (Махлаев и др., 2008).

В заключение можно отметить, что, несмотря на длительную историю геологических исследований и большой объём накопленного материала, многие аспекты геологического строения и геологической истории района г. Красноярска по-прежнему остаются неясными. Это обусловлено большой сложностью геологического строения, недостатком данных для решения многих геологических вопросов или наличием возможности разных вариантов интерпретации имеющихся материалов. При этом нельзя сказать, что изучению геологии данной территории, несмотря на её доступность и интересную, богатую событиями историю её геологического развития, уделяется должное внимание. Многие геологические проблемы района ещё ждут своего исследователя. И вклад в их решение может внести каждый заинтересованный геолог уже со студенческой скамьи.

3.2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ РАЙОНА

В окрестностях г. Красноярска имеется несколько геологических и палеонтологических памятников. Подробная характеристика приведена в работе М. В. Кириллова (1988).

Выдающейся геологической достопримечательностью в окрестностях Красноярска являются скалы заповедника «Столбы». Они представляют собой эрозионные останцы сиенитов Столбовской интрузии, отпрепарированные эоловыми процессами. Причудливость форм нашла отражение в некоторых названиях. Одни похожи на птиц, другие напоминают голову человека, третьи – крепостные стены и ворота. В заповеднике четыре района скал. Самый близкий к городу район – Такмаковский. Здесь бассейн небольшой речки Моховой окружен скалами, среди которых выделяются «Такмак» (рис. 113), «Ермак», «Бородок», «Сторожевой», «Китайская Стенка» (рис. 114), «Откликные», «Воробушки», «Малый Беркут».

В полутора километрах отсюда находится Калтатский район, где скалы напоминают затонувший кораблик и колокольни. Они так и называются.

Наибольшей популярностью у жителей города пользуется туристко-экскурсионный район заповедника. Здесь находятся самые известные скалы: «Дед» (рис. 115), «Бабушка», «Перья» (рис. 116), «Первый» и «Второй Столбы» и многие другие.

Самый дальний район называется Диким. Здесь находятся скалы «Манская Баба», «Обабки», «Манская Стенка», «Близнецы», «Кабарга» и др.

Заповедник «Столбы» организован в 1925 г. по инициативе художника Д. И. Каратанова и ученого-краеведа А. Я. Тугаринова. С 1944 г. он получил статус государственного. В настоящее время заповедник занимает площадь 47,2 тыс. га и охватывает территорию протяженностью 34 км с северо-запада на юго-восток, постепенно расширяясь с 12 до 24 км.

Развитие в районе карбонатных пород торгашинской и унгутской свит (р. Караульная, Торгашинский хребет) обусловило карстовые процессы, что привело к появлению еще одного типа геологических памятников – пещер. Наиболее известными и крупными из них являются Торгашинская (глубина 165 м), Ледопадная (100 м). Сложное (этажное) строение имеют Караульная и Ледяная пещеры.

Карстовые пещеры и ниши встречаются в скальных обрывах рек Караульной, Базаихи, Енисея. В правобережной части района на водоразделе Торгашинского хребта находится спуск в одну из крупнейших в Сибири пещер – Торгашинскую. В ней открыто много гротов, названия которых отражают их особенности: «Треугольник», «Буфет», «Сталактитовый», «Большой».

В 1800 м к западу от Торгашинской находится Ледяная пещера. На поверхности она открывается двумя колодцами, которые сливаются вместе, образуя наклонную обледенелую трубу, завершающуюся небольшим гротом. Пещера неглубокая – 28 м, но она привлекает своеобразием ледяных образований и ходов.

Рис. 113. Скала «Такмак»

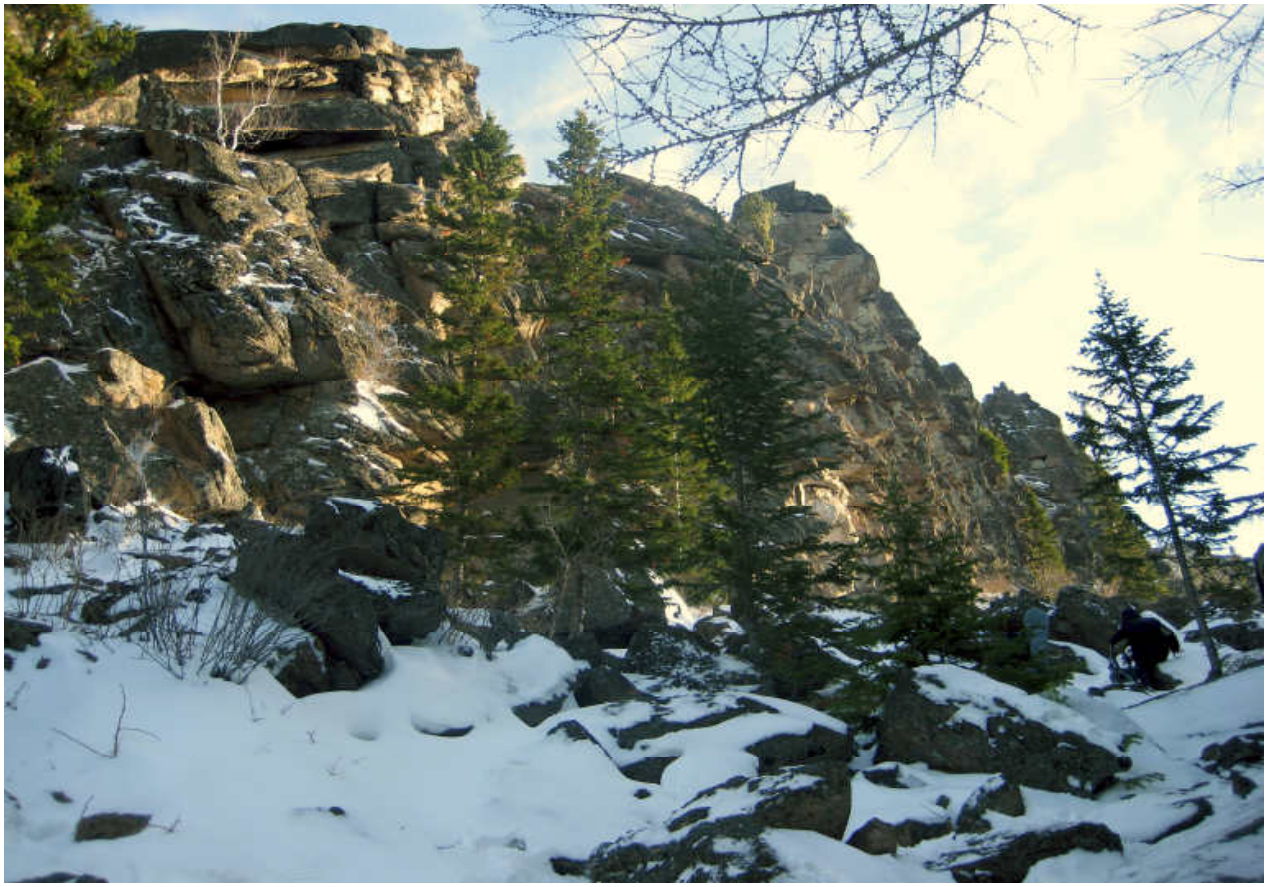


Рис. 114. Скала «Китайская Стенка»

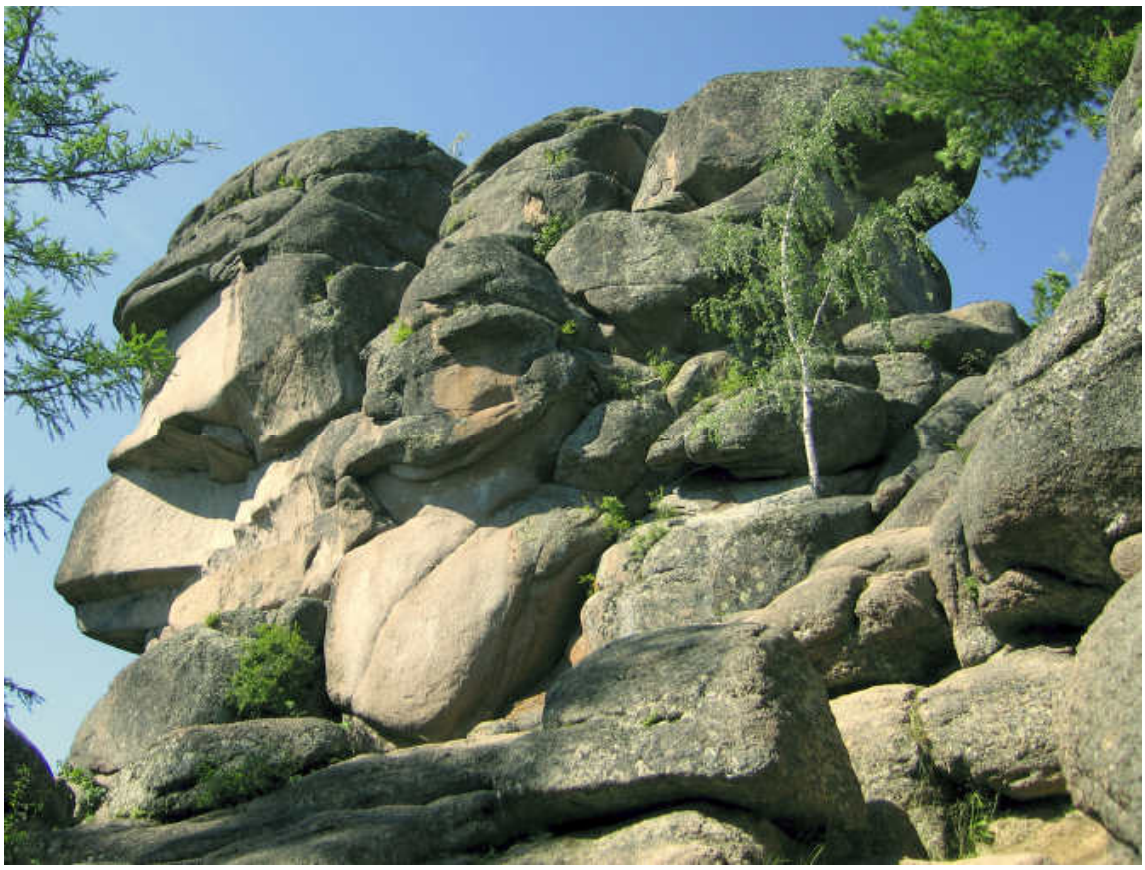


Рис. 115. Скала «Дед»

Рис.116. Скала «Перья»

В полутора километрах юго-западнее Ледяной находится Мокрая пещера, в трех километрах западнее Торгашинской – пещера Гнилая, а в четырех километрах юго-западнее – Белая.

Второй интересный спелеоучасток расположен в известняках, обнажающихся по берегам Енисея и реки Караульной. Живописные склоны низкогорного хребта Кожушского покрыты сосновым лесом и скалами, с нишами и пещерами. Наиболее доступна здесь пещера Караульная -2. Ее глубина около 40 метров, на дне скопления глины и глыб известняка. Самая близкая к городу пещера находится в Пещерном логу, примерно в километре от дома отдыха «Енисей», известна находками в ней следов стоянки древнего человека.

Наряду с охарактеризованными геологическими памятниками в окрестностях г. Красноярска можно наблюдать и другие достопримечательности. Характеристика большинства из них приведена в настоящем путеводителе. К ним можно отнести известное обнажение в устье реки Калтат – Калтатскую складку, Мраморный и Моховской (сиенитовый) карьеры, террасы р. Енисей и др.

Уникальными природными образованиями являются палеонтологические памятники. Мировой известностью пользуются рифовые постройки археоциат и водорослей в отложениях торгашинской свиты, обнажающиеся на правом берегу р. Базаихи против устья р. Калтат. Здесь в скальных обнажениях известняков можно обнаружить кубки археоциат хорошей сохранности. Вблизи этого места, в низах свиты, известны находки трилобитов раннекембрийского возраста.

Палинологическим памятником является местонахождение флоры рениофитов (проптеридофитов), обнаруженное Ю. А. Кузнецовым и описанное А. Р. Ананьевым. Оно связано с песчаниками и алевролитами карымовской свиты раннедевонского возраста. Находка осуществлена в карьере «Увал Промартели», расположенном у подножья Торгашинского хребта. Это место стало классическим в Сибири местонахождением первых наземных растений. К сожалению, сейчас этот памятник засыпан и фактически уничтожен.

У дер. Вознесенка в придорожной выемке песчаники раннекарбонового возраста содержат остатки лепидофитов. Здесь можно встретить стволы прекрасной сохранности, длина которых при сечении до 15 см достигает 50 – 70 см.

Последнее десятилетие ознамено обнаружением уникальной кубековской фауны среди среднеюрских песчано-глинистых отложений. На левом берегу Енисея между дер. Кубеково и Худоногово на 7 км тянется обнажение насекомоносных пород. Свыше семидесяти видов вымерших насекомых найдено там, и все они оказались ранее неизвестными науке. Кроме них, здесь попадаются веточки и семена давно исчезнувших растений, остатки пауков, ракообразных, двустворок, кости и чешуя древних рыб.

Этот краткий перечень показывает разнообразие геологических памятников в окрестностях г. Красноярска. Все они требуют бережного отношения к себе и проведения комплекса охранных мероприятий.

3.3. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК И ОРОГИДРОГРАФИЯ РАЙОНА

Город Красноярск и его окрестности расположен на стыке листов серий N-46 и O-46. По топогеодезической разграфке площадь захватывает трапеции масштаба 1:200 000: O-46-XXXIII, O-46-XXXIV, N-46-III, N-46-IV и листы масштаба 1:50 000: N-46-7-А и 6-Б, O-138-В, Г. В геоморфологическом отношении эта территория находится на стыке двух геоморфологических стран – Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горно-складчатой области.

Климат района резко континентальный, с продолжительной и морозной зимой и жарким, иногда засушливым, коротким летом. Средняя январская температура – 15º, средняя июльская – +18ºС. В январе почва промерзает на глубину 1,7 – 3,0 м. Следует отметить, что район заповедника «Столбы» в физико-географическом отношении является обособленным. Средняя температура января здесь на 1,5 – 3 ºС выше, чем на окружающей территории. Здесь выпадает также значительно больше атмосферных осадков, выше абсолютная влажность воздуха и т. д.

Растительность и животный мир. В горно-таежной части района практики произрастают смешанные леса, состоящие из березы, сосны, ели, пихты, редко кедрача. В лесостепной части преобладает сосна, осина, акация, ольха, ива, рябина, черемуха. Кое-где сохранились сосновые боры. Северная часть почти безлесна, исключая отдельные участки вдоль рек, где растут преимущественно ива, черемуха и кустарниковые формы.

Животный мир развит главным образом в зоне заповедника. Здесь водятся медведь, лось, барсук, белка, горностай и др. В степной части изобилуют суслики. Из птиц встречаются: орел, ястреб, глухарь, рябчик, кукушка, сыч.

Гидрографическую сеть представляют величайшая российская река Енисей, нижняя часть долины которой представляет собой ступенчатую эрозионно-аккумулятивную равнину сложного строения. Крутые, сильно изрезанные склоны верхней части долины сменяются более пологими, с плавными очертаниями. В поперечном профиле долины Енисея выделяются до девяти террас. Рекой Енисей район учебной практики делится на две части – левобережную и правобережную. В левобережной части основными притоками Енисея (с запада на восток) являются реки Караульная, Крутенькая, Пионерская и Кача. Самой крупной из них является р. Кача, устье которой находится в центре левобережья. В правобережной части территории Енисей последовательно вбирает в себя воду рек Большой Слизневой, Быковой, Лалетина, Базаихи и Черемуховки. Крупнейшим правобережным притоком является р. Базаиха. Базаиха и Караульная близки к рекам горного типа. Они протекают в глубоко врезанных долинах и имеют довольно быстрое течение до 3 – 5 м/сек. Для всех рек характерно меандрирование, слабо выраженный ступенчатый профиль.

Орография района г. Красноярска разнообразна. Рельеф данной территории расчлененный. На юге расположены покрытые тайгой предгорья Вос-

точного Саяна. Абсолютные отметки междуречий достигают здесь 750 – 800 м. Значительную часть площади (47,2 тыс. га) здесь занимает Государственный заповедник «Столбы», известный высокими скальными останцами. Долины рек в этой части глубоко врезанные, с крутыми склонами. Относительные превышения составляют 250 – 350 м. Более сниженные предгорья с абсолютными отметками междуречий 500 – 590 м расположены на северо-западе территории.

К западу, востоку и юго-востоку от г. Красноярска выделяется предгорная полоса, сложенная среднедевонскими эффузивно-осадочными образованиями. Эта крайняя часть Рыбинской впадины, переходящей в направлении на восток в Чулымо-Енисейскую. Городская агломерация расположена на всхолмленной равнине с высотными отметками менее 400 м и относительными превышениями до 200 м.

Значительную часть площади занимает р. Енисей, пересекающая после отрогов Солгонского кряжа неотектоническую Красноярскую котловину. Выше города русло Енисея узкое, шириной 700 – 1000 м. Здесь расположены небольшие аккумулятивные острова Собакинский и Сосновый. В 3 км ниже устья Базаихи долина расширяется, появляются значительные аккумулятивные острова Отдыха, Молокова, Татышева, Нижний Атамановский и ряд малых островов. Отметка уреза воды в Енисее в межень составляют 140 м в западной части города и 137 м – в восточной. Рельеф прирусловой части долины Енисея аккумулятивный и эрозионно-аккумулятивный. Острова и низкая прирусловая часть берега относятся к пойме, сложенной галечниковым и песчаным аллювием. Высота поймы до 4 м. Далее следует комплекс надпойменных террас, общее число которых достигает девяти. Подробная характеристика террас р. Енисей приведена в разделе «Стратиграфия».

Рельеф возвышенных частей местности существенно отличается в левобережной и правобережной частях долины Енисея. В левобережной части максимальные отметки находятся на г. Первая (Николаевская) Сопка (505 м), сложенной вулканитами среднего-позднего ордовика (рис. 117).

По северной периферии города отметки господствующих вершин – 250 – 310 м. В междуречье здесь сохранились остатки денудационной поверхности выравнивания олигоцена-миоцена. Они занимают около 20 % площади. Наибольшим распространением пользуются денудационные и эрозионно-денудационные склоны, в совокупности занимающие около 65 % территории. По крутизне преобладают пологие (менее 15º) и умеренные (15 – 25º) склоны. Крутосклонные (более 25º) участки развиты незначительно и контролируются в своем распространении геолого-структурными факторами (моноклинальные залегания отложений среднего и верхнего девона, зоны разрывных нарушений и т. п.).

Эрозионный рельеф связан с долинами малых рек, ручьев и временных водотоков (логов). В плане рисунок речной сети перистый. В поперечных сечениях большинство долин имеют V-образный профиль.

Рис. 117. Вид на гряду «Долгая Грива» с правого берега р. Енисей. Хорошо видна VII (Торгашинская) терраса р. Енисей и вершина Первой (Николаевской) Сопки.

Гравитационный рельеф распространен незначительно. Склоны обвально-осыпного сноса связаны с долиной Енисея (участок Академгородка и Зеленой Рощи) и его притоков. Оползневые явления широко развиты на левобережье ниже города, в окрестностях сел Кубеково – Худоногово и местами – в бортах долины р. Кача в черте города (за рынком).

В городе участками выражен техногенный рельеф. Особенно характерно ступенчатое, псевдотеррасное оформление набережной между городским парком и речным вокзалом. К другим техногенным формам относятся насыпи, карьеры кирпичных и цементного заводов, дамбы по берегам р. Качи.

Рельеф правобережья более возвышенный, предгорный. Самой высокой точкой в восточной части площади является г. Чёрная Сопка (691 м), представляющая собой отпрепарированный останец штокообразной субвулканической интрузии щелочных долеритов и тингуаитов. Своеобразный денудационный и эрозийно-денудационный рельеф развит в зоне заповедника на интрузии сиенитов столбовского сиенит-граносиенитового комплекса среднего-позднего ордовика. Здесь на пологих междуречных поверхностях и склонах с крутизной от умеренной до большой располагаются многочисленные крупные и мелкие останцы сиенитов – знаменитые Красноярские Столбы. Господствующие вершины на сиенитах достигают отметок 729 – 881 м. Морфология междуречной поверхности на этом участке грядово-сопочная.

Вершины Торгашинского хребта имеют отметки 610 – 580 м. Водораздельная часть р. Базаихи и Енисея представляет собой систему узких древовидно ветвящихся останцов денудационной поверхности мел-палеогенового возраста, съедаемых эрозионно-склоновыми процессами неотектонического

этапа. Водораздельная линия местами гребневидная, местами – грядовая. Возвышенности разделены седловинами. Склоны Торгашинского хребта северной экспозиции, направленные к городу, с крутизной от пологой до умеренной, по генезису относятся к эрозионно-денудационным образованиям. Крутосклонные участки большей частью имеют техногенное происхождение. Склоны южной экспозиции, направленные к долине Базаихи – достаточно крутые (от умеренных до крутых и очень крутых). На крутых и очень крутых (более 45º) склонах развиты обвально-осыпные явления, ярко проявленные на участке от Корчина лога до пос. Базаиха, длиной около 8 км. Такие склоны относятся к гравитационным. На них в изобилии встречаются останцы известняка (часть из них – отпрепарированные биогермы).

Долина р. Базаихи имеет корытообразную форму поймой шириной 250-400 м (рис. 118) и фрагментами низких террас (I – высотой 6 – 8 м, II – высотой 9 – 12 м, III – высотой 15 – 18 м). Террасы хорошо выражены в устье ручья Малый Сынжул, в 3,5 км выше дачного поселка Мраморный карьер. В пределах поймы наблюдаются мелкие неправильные вторичные меандры. Склоны долины Базаихи асимметричны. Северные – более крутые и, как указано выше, осложнены обвально-осыпными явлениями. Здесь имеются обрывистые скальные участки, обильные останцы.

Так как Торгашинский хребет сложен преимущественно кембрийскими известняками и местами – доломитами, здесь широко проявлены карстовые формы рельефа. К ним относятся воронки, имеющиеся на водораздельной части, останцы на склонах (преимущественно южной экспозиции), арки, гроты и входы в пещеры. Последние являются подземными карстовыми формами (рис. 119).

Эрозионный рельеф на правобережье связан с малыми долинами, дренирующими Торгашинский хребет. Они ориентированы поперек долины р. Енисея (северные склоны) и диагонально по отношению к р. Базаихе (южные склоны). Последняя особенность объясняется наличием у р. Базаихи первичных меандр. Они находятся в устье Корчина лога, у поселка Мраморный карьер и в пос. Базаиха.

Большая часть боковых долин лишена постоянных водотоков либо они появляются только в устьевых их частях в виде карстовых источников с холодной прозрачной водой. Крупнейшими источниками являются Торгашинский в поселке того же названия и Южный (пос. Мраморный карьер).

Правобережная часть долины Енисея и северные склоны Торгашинского хребта изобилуют техногенными формами рельефа. К ним относятся крупные карьеры, которыми отрабатываются кембрийские известняки.

Они используются как флюс (химзавод) и цементный камень (цемзавод). Кроме четырех давно существующих (заброшенные карьеры «Увал Промартели» и «Западный», почти отработанный карьер Цемзавода и карьер Химзавода), заложен новый карьер Цемзавода – высоко над городом юго-западнее площадки ТЭЦ-2. Карьеры окружены отвалами, особенно впечатляющими в бортах «Цветочного лога».

Рис. 118. Долина р. Базаиха

Рис. 119. Известняковые скалы на южном склоне Торгашинского хребта

В карьере «Увал Промартели» размещен золоотвал ТЭЦ-2 (см. рис. 40). Техногенной планировке подвергались участки местности, прилегающие к мостам через р. Енисей, часть набережной между микрорайоном Пашенный и Судостроительным заводом. Абаканская протока р. Енисей перегорожена искусственной дамбой.

3.4. СТРАТИГРАФИЯ

В районе г. Красноярска развиты стратифицированные образования разнообразного состава и генезиса и широкого возрастного диапазона – от рифейских до четвертичных (см. прил. 3).

Верхнерифейская эратема (RF_3)

Отложения верхнего рифея (кувайская серия) развиты в северо-западной части восточного Саяна в бассейнах р. Мана и Базаиха. По литологическим особенностям в разрезе кувайской серии выделяются три свиты: урманская, манская и бахтинская. Контакты образований кувайской серии с более древними отложениями повсеместно тектонические; взаимоотношения между свитами в её составе согласные.

Урманская свита (RF_3ur) сложена серовато-зелёными, тёмно-серыми кварц-хлорит-серицитовыми, эпидот-хлоритовыми, актинолитовыми, углеродисто-кремнистыми, кремнистыми, хлорит-кварц-известковистыми и другими сланцами, метапесчаниками с прослоями мраморизованных известняков, редко доломитов. Породы часто сульфидизированы и собраны в мелкие изоклинальные складки. Мощность более 200 м.

Манская свита (RF_3mn) сложена кристаллическими известняками тёмно-серыми и чёрными, плитчатыми, иногда комковатыми, с прослоями кремнистых и филлитовидных глинистых сланцев (мощностью до 12 м), реже метапесчаников. Мощность более 600 м.

В районе Красноярска породы урманской и манской свит развиты ограниченно, в небольших тектонических клиньях в районе нижнего течения р. Базаиха. Известняки манской свиты в контакте со Столбовским массивом мраморизованы.

Бахтинская свита (RF_3bh) распространена в окрестностях г. Красноярска ограниченно в южной и юго-западной части площади (в районе северного контакта Столбовского массива вблизи смотровой площадки заповедника «Столбы» над «Бобровым логом»). Здесь она развита исключительно в тектонических клиньях, а слагающие её породы ороговикованы под воздействием Столбовской интрузии. На смежных территориях бахтинская свита согласно залегает на манской.

Бахтинская свита сложена преимущественно метабазальтами. В нижней части свиты среди эффузивов встречаются прослои литокластических и кристаллокластических туфов основного состава, хлорит-серицитовых слан-

цев и чёрных кремнистых тонкоплитчатых сланцев, реже – туфоконгломератов.

Для пород бахтинской свиты характерен зелёный, зеленовато-серый или тёмно-зелёный цвет, часто они рассланцованы и в них интенсивно проявлены зеленокаменные изменения. Первично-магматические минералы обычно практически нацело замещены эпидотом, хлоритом, серицитом и карбонатами. В стратотипической местности напротив д. Бахта и на правобережье р. Мана свита представлена в нижней части базальтами, лавобрекчиями базальтов, андезибазальтами и их туфами с редкими прослоями мраморизованных известняков, доломитов и кремнистых сланцев.

Мощность свиты достигает 2000 м.

Позднерифейский возраст бахтинской свиты устанавливается по положению в разрезе, по онколитам из доломитов по р. Колбе (по М. С. Якшину) и данным радиоизотопного датирования. Для вулканитов бассейна р. Кирза-Кувай Rb-Sr методом получен возраст 925±10 млн лет, а из района р. Береть – 764±25 млн лет. Для базальтов из района Красноярского водохранилища Rb-Sr возраст – 770±22 млн лет. Из пород свиты (р. Мана, в районе р. Береть, Sm-Nd метод) получена цифра 774±6 млн лет. При этом отношение $^{87}Sr/^{86}Sr$ — 0,7046 указывает на мантийную природу исходного расплава

Вендская система (V)

Тюбильская свита (V*tb*) широко распространена на площади листа. Ее отложения картируются как по правому, так и левому бортам р. Енисей. С ними студенты могут ознакомиться в четырех маршрутах («р. Караульная», «лог Пещерный», «Голубая горка» и «Мраморный карьер»).

На левом берегу р. Енисей (в окрестностях пос. Удачный и ниже устья р. Собакина) породы свиты слагают протяженную полосу широтного простирания и смяты в сложные складки. На правом берегу Енисея они участвуют в строении Большеслизневской синклинали. Отдельные поля известны по р. Базаиха, на левобережье которой породы свиты ороговикованы под воздействием Столбовского массива.

Свита сложена достаточно однообразными полимиктовыми, слюдистыми, известковистыми песчаниками, алевролитами, глинистыми сланцами, гравелитами и черными известняками. Окраска терригенных пород темно-серая, грязно-зеленая или зеленовато-коричневая. Текстура массивная или слоистая. Слоистость параллельная и волнистая. Встречаются волноприбойные знаки ряби и следы дождевых капель. По плоскостям напластования часто развит серицит. Известняки – темно-серые, слоистые, битуминозные, часто глинистые. В целом свита характеризуется тонкоритмичным строением флишевого типа.

В верхней ее части обособляется пачка мощностью 80 – 90 м преимущественно карбонатного состава, сложенная глинистыми (алевритистыми)

темными известняками с прослоями алевролитов. Она четко картируется по правому борту р. Енисей: в междуречье р. Б. Слизневой – руч. Роева. Фрагменты пачки выявляются на противоположном берегу реки вдоль дороги на пос. Удачный.

Породы свиты нередко существенно рассланцованы. Так, в крупном искусственном обнажении на правом берегу р. Базаиха (вблизи ее устья) наблюдаются интенсивные дизъюнктивные дислокации отложений свиты и трещиноватость нескольких направлений. Общая мощность подразделения 950 – 1100 м.

Тюбильская свита согласно перекрывается овсянковской свитой. С подстилающими ее отложениями контакты тектонические.

В верхней части свиты обнаружены мелкие скелетные остатки трубчатой формы. Подобные окаменелости встречаются с венда. Возраст свиты принят поздневендским.

Овсянковская свита (V*ov*). Площадной стратотип свиты установлен авторами ее выделения в районе д. Овсянка (Чаиркин, Залялеев, 1956). Под овсянковской свитой понималось подразделение, состоящее из двух частей карбонатного состава: нижней – доломитовой и верхней – известняковой. Позднее под овсянковской свитой стали понимать только ее нижнюю доломитовую часть.

Породы свиты создают обширное поле в окрестностях д. Овсянка и д. Слизнево. Они распространены в районе пос. Боровое, а также в междуречье р. Б. Слизневой – руч. Роева, где слагают ядерную часть Большеслизневской синклинали. Во время экскурсии с отложениями подразделения можно ознакомиться в маршруте «Река Караульная».

Овсянковскую свиту слагают доломиты, доломитистые известняки, известковые доломиты, доломитовые брекчии, редко известняки, участками встречаются кварциты, за пределами площади – фосфориты (например, Саржаковское месторождение первичных осадочных фосфоритов). Фосфатоносность является характерной особенностью свиты.

Доломитовые породы разнообразны по цвету и текстуре. Наблюдаются все оттенки серого (от светло-серого до темно-серого), иногда породы желтоватые. Текстуры массивные и слоистые. Примечательной особенностью доломитов являются обильные микрофитолиты, особенно онколиты и пузырчатые катаграфии. При выветривании внутренние части желваков микрофитолитов выщелачиваются, и от них сохраняются пустые оболочки, из-за чего порода приобретает пористый вид.

Участками породы свиты смяты в сложные складки и прорваны многочисленными дизъюнктивами, нередко они сильно перекристаллизованы или окварцованы. Мощность свиты оценивается в 1000 – 1100 м.

Контакты свиты с подстилающими отложениями в основном тектонические, однако, в междуречье р. Б. Слизневой и руч. Роева в ядерной части Большеслизневской синклинали устанавливается согласное ее залегание на тюбильской свите.

Выше овсянковской свиты располагается унгутская (караулинская) свита, с которой она имеет согласный (постепенные) переход, выраженный появлением известняковых прослоев среди доломитовых пород в верхней части овсянковской свиты и наличием доломитовых прослоев в нижней части преимущественно известняковой унгутской свиты, а также повышением известковистости доломитов в верхах овсянковской свиты. Этот контакт можно наблюдать у северо-восточной окраины пос. Боровое. Сходен и состав мелкораковинной фауны пограничных отложений этих подразделений.

Органические остатки достаточно разнообразны (Сосновская, Шуринова, 2003; Сосновская, 2010). В стратотипической местности во второй половине свиты известны мелкораковинная фауна (род Cambrotubulus и др.), водоросли (роды Renalcis., Korilophyton, Gemma (?), Girvanella) и многочисленные микрофитолиты (Vesicularites lobatus Reitl. и др.). Все эти окаменелости известны в верхнем венде и томмотском ярусе нижнего кембрия. В целом набор органических остатков соответствует комплексу окаменелостей верхней части западносибирского регионального горизонта Алтае-Саянской складчатой области, для которого принят поздневендский возраст. При этом не исключено, что самая верхняя часть разреза свиты является уже нижнекембрийской (томмотский ярус).

Палеозойская эратема (PZ))
Кембрийская система (Є)
Нижний отдел ($Є_1$)

В окрестностях г. Красноярска к нижнему отделу кембрия относят унгутскую и торгашинскую свиты.

Унгутская свита ($Є_1 un$). Выделена И. П. Жуйко и В. В. Беззубцевым в 1959 г. Стратотип расположен в районе д. Большой Унгут (вне площади практики).

На площади листа в свиту объединены разные по составу, но близкие по возрасту отложения, залегающие в интервале разреза от овсянковской свиты до базаихской пачки торгашинской свиты, т. е. занимающие уровень томмотского яруса. Они на отдельных участках также имеют местные названия «караулинская свита» и «калтатская свита» (не используемые в легендах к современным геологическим картам).

В связи с тем, что состав отдельных частей унгутской свиты различный и отмечается изменчивость его по простиранию, выделены типы разреза свиты, для которых приняты ее местные названия.

Караулинский тип разреза представлен карбонатными отложениями, развитыми по р. Караульной, а также выше и ниже ее устья вдоль левого борта р. Енисей. Кроме естественных выходов, породы свиты здесь вскрываются карьером, расположенном в левом борту р. Караульной вблизи места ее впадения в р. Енисей. Этот карьер и выходы на берегу р. Енисей можно осмотреть в маршруте «р. Караульная». Этот тип разреза имеет однообразный известняковый состав, с прослоями доломитов в нижней части разреза и

характерным горизонтом онколитовых известняков с «плавающей галькой» – в средней. Мощность 800 – 920 м. Перекрывающие отложения присутствуют только в одном пункте – по р. Караульной – и представлены толщей известняковых конгломератов проблематичного возраста (кембрий?).

Калтатский тип разреза унгутской свиты развит по правобережью р. Базаиха, где выходы ее пород протягиваются от г. Красный Камень в восточном направлении на расстоянии почти 12 км. Здесь свита сложена преимущественно темными известняками, зеленовато-серыми и пестроцветными алевролитами, мергелями и редкими доломитами. Для пород характерны горизонтальная слоистость, ровные плоскости наслоения и обильная терригенная примесь (Задорожная, 1974). Видимая мощность отложений в типовом разрезе против устья р. Калтат – 263 м. Взаимоотношения свиты в бассейне р. Базаихи с подстилающими отложениями повсеместно тектонические, с перекрывающей торгашинской свитой – согласные.

Есть мнение, что калтатский тип разреза является стратиграфическим аналогом верхней части караулинского типа разреза. Сопоставление основано на том, что маркирующий пласт известняков с «плавающей» галькой песчаников в караулинском типе находится в средней части разреза, а в разрезе по р. Базаиха залегает в самом его основании.

В породах унгутской свиты обнаружено много органических остатков. В караулинском типе разреза это, в первую очередь – мелкораковинная фауна, остатки древнейших скелетных организмов («small shelly fossils» или SSF). Среди них определены ангустиокреиды, хиолиты, гастроподы, томмотииды, ракообразные томмотского яруса (Сосновская, Шуринова, 2003). Одно из таких местонахождений можно посмотреть на скальном выступе ниже устья р. Караульная у бухты, где организована остановка пассажирского катера (маршрут «р. Караульная»). Комплекс ископаемых здесь представлен ангустиокреидами Angustiochrea sp., хиолитами Turcutheca crasseocochlia (Sys.), T. rugata (Sys.), Ladatheca annae Sys., L. sp.и томмотиидами Tommotia sp. Из отложений калтатского типа разреза известны многочисленные известковые водоросли Epiphyton scapulum Korde, E. fruticosum Korde, Botomaella zelenovii Korde, Razumovskia uralica Vologd., Proaulopora glabra Krasn., Subtifloria delicata Masl. и др. и мелкораковинная фауна Chancelloria sp., Hyolitelmintes, Helcionellaceae, Sachitidae, Protospongia, крибрициаты Manacyathus sp., Leibaella sp. В верхней части разреза обнаружены редкие археоциаты Archaeolynthus sp. и Aldanocyathus sp. В целом перечисленные окаменелости определяют возраст вмещающих их отложений как раннекембрийский (томмотский век).

Торгашинская свита ($Є_1tr$) выделена В. Златковским в 1885 г. Стратотипом является разрез свиты Торгашинского хребта. Здесь ее отложения, нередко создающие высокие скальные выступы (г. Коммунист, г. Пионер и др.), занимают значительную площадь и слагают как осевую часть хребта, так и его склоны. Отложения свиты известны также по левому борту р. Базаиха. В контакте с породами Столбовской интрузии они превращены в мраморы.

С торгашинской свитой студенты знакомятся в маршрутах «Мраморный карьер» и «Торгашинские карьеры».

Лучший разрез свиты находится на правом берегу р. Базаиха, против устья р. Калтат. Благодаря хорошей обнаженности и наличию многочисленных органических остатков он неоднократно посещался геологами, проводившими геолого-съемочные и тематические работы на этой территории. Основной объём свиты сложен серыми и светло-серыми массивными органогенными известняками. Подчинённую роль играют слоистые известняки. В верхней части разреза присутствуют прослои доломитов.

В основании разреза выделяется своеобразная по составу пачка, имеющая местное название – *базаихская*. Сложена она лиловыми, светло-розовыми и серыми известковыми гравелитами, песчаниками, грубообломочными брекчиями и светло-розовыми известняками. В терригенных породах обильны угловатые обломки водорослевых известняков. Цемент карбонатный с обильной примесью гидроокислов железа, с чем связана пестроцветная окраска. Ниже устья р. Калтата среди пестроцветных отложений имеется мощный пласт тёмно-серых тонкоплитчатых известняков и мергелей с глинистыми и доломитовыми прослоями. Кроме того, в составе пачки встречаются одиночные водорослевые биогермы, образующие в рельефе изолированные скальные выходы. В целом для пород базаихской пачки характерны грубая косая слоистость, знаки волновой ряби, обильные поверхности размывов, плохая окатанность и сортировка обломочного материала. Выходы пачки протягиваются вдоль нижней части юго-западного склона Торгашинского хребта, где её пестроцветные породы хорошо видны на г. Красный Камень. На его северном склоне породы пачки известны по руч. Паниковка и на выходе Черемуховского лога на террасу р. Енисей. Мощность её до 250 м.

По мнению Н. М. Задорожной (1974) известняки торгашинской свиты образуют сложно построенное органогенное сооружение, которое может рассматриваться как рифовый комплекс, состоящий из более мелких элементарных органогенных построек (биогермов и биостромов) и сопутствующих им брекчиевых и слоистых известняков.

Торгашинская свита охарактеризована очень большим числом родов и видов археоциат и других групп ископаемых организмов, представленных комплексами различных горизонтов атдабанского, ботомского и тойонского ярусов нижнего кембрия. Залегает она согласно на подстилающих отложениях унгутской (калтатской) свиты. Но на отдельных участках правобережья р. Базаиха их контакт осложнен серией даек основного состава. В поле развития даек слоистые карбонатные породы интенсивно смяты в складки с углами падения на крыльях от 30° до 85°. Выше даек залегание пород спокойное, с углами падения не более 10°. На северных склонах Торгашинского хребта образования торгашинской свиты согласно перекрываются шахматовской свитой среднего кембрия.

Общая мощность свиты достигает 900 – 1000 м.

Известняки свиты известны также в районе Красноярского водохранилища, где по бортам залива Бирюса создают высокие живописные скалы.

Карбонатный состав свиты и развитая в ее отложениях трещиноватость способствуют проявлению карстовых процессов, в том числе формированию карстовых пещер. Останцовый карстовый рельеф с гротами и арками развит на правом склоне р. Базаихи напротив мраморного карьера. В водораздельной части Торгашинского хребта встречаются воронки. Здесь известны восемь пещер, крупнейшими из которых являются Торгашинская (протяженность 3 км, глубина 165 м) и Ледяная (протяженность 720 м, глубина 32 м).

Средний отдел ($Є_2$)

К отделу отнесены карбонатные отложения шахматовской свиты.

Шахматовская свита ($Є_2sh$) выделена В. И. Поповым и Л. В. Яконюк в 1961 году. Стратотип расположен в верхнем течении р. Базаиха в районе д. Шахматово (вне площади участка).

В районе учебной практики породы свиты слагают северные склоны Торгашинского хребта. Свита представлена серыми слоистыми известняками, светлыми доломитами и доломитизированными известняками, красноцветными алевролитами. Последние встречаются редко в виде невыдержанных прослоев мощностью не более 2-3 м. За счет примеси марганца карбонаты свиты часто имеют розовую окраску Мощность подразделения менее 300 м.

В известняках определены трилобиты Olenoides convexus Lerm., Erbia granulosa, E.sibirica Lerm., Amgaspis cf.medius N.Tchern., A. sp., Gaphuraspis sp., Kooteniella sp., Proasaphiscus sp., Proshedinella erbiensis Siv. и др., а также водоросли Epiphyton fruticosum Vol., Renalcis granosus Vol.

Взаимоотношения свиты с подстилающей торгашинской свитой согласные. Граница имеет постепенный характер и проводится условно по пачке известняков, содержащих достоверную фауну трилобитов нижней части среднего кембрия. Более молодые отложения девона залегают несогласно или с тектоническими контактами. Возраст свиты определяется по находкам трилобитов амгинским веком среднего кембрия.

Ордовикская система (O)

Средний-верхний отделы (O_{2-3})

Имирская свита ($O_{2-3}im$). Вулканогенные породы свиты вместе с субвулканическими образованиями входят в состав имирского вулканического комплекса и широко распространены в пределах Качинско-Шумихинской депрессии, которая находится в северо-западном обрамлении складчатой системы Восточного Саяна. В современном эрозионном срезе эта структура протягивается в широтном направлении на 50 км к западу от окраин г. Красноярска и имеет ширину до 30 км по меридиану. В западной части депрессии (в районе г. Дивногорска) вулканогенные породы имирской свиты детально изучены В. М. Гавриченковым и А. П. Косоруковым. В северной части территории, в пределах листа O-46-XXXIII разрезы вулканогенных пород ордо-

викского возраста впервые описаны Е. И. Берзоном и В. Е. Барсегяном (Берзон и др., 2001). А в восточной части депрессии, на склонах хребта Долгая Грива, субширотно протягивающегося на запад от г. Николаевская (Первая) Сопка – М. Л. Махлаевым и О. Ю. Перфиловой (Махлаев и др., 2007; Перфилова, Махлаев, 2010). По петрографическому составу и структурно-тектоническому положению вулканический комплекс Качинско-Шумихинской депрессии на протяжении многих десятилетий сопоставлялся с быскарской серией Минусинского прогиба и относился к раннему или раннему-среднему девону. Но впоследствии по эффузивам северной части депрессии и субвулканическим телам из дивногорского разреза и были получены признанные достаточно надёжными изотопные датировки, согласно которым возраст комплекса является средне-позднеордовикским.

Породы свиты с резким структурным несогласием налегают на более древние сложнодислоцированные венд-раннекембрийские образования и несогласно перекрываются красноцветными отложениями среднего девона.

В целом в нижней части разреза свиты преобладают умеренно-щелочные базальтоиды, в верхней – эффузивы среднего и умеренно-кислого состава (лавы и туфы трахитов, трахидацитов, трахириодацитов). Характерна большая мощность вулканогенного разреза. Только по одному непрерывному разрезу вдоль р. Енисей около г. Дивногорска, детально изученному В. М. Гавриченковым и А. П. Косоруковым, она составляет не менее 2800 м.

Выделяются две подсвиты: *нижнеимирская* трахибазальт-андезибазальтовая и *верхнеимирская* трахиандезит-трахит-трахидацитовая

Нижнеимирская подсвита ($O_{2\text{-}3}im_1$) в бассейнах рек Гладкая и Крутая Кача, Бол. Минанжуль сложена лавовыми потоками и покровами оливиновых, оливин-авгитовых, авгит-плагиоклазовых и плагиоклазовых трахибазальтов, трахиандезибазальтов, реже трахиандезитов мощностью от 1 – 5 до 30 – 40 м. Для пород центральных частей потоков характерны высокая степень раскристаллизации, микродолеритовая структура и почти полное отсутствие стекловатого базиса. По направлению к кровле и подошве потока увеличивается содержание стекла. В краевых частях потоков вулканиты имеют в основном пилотакситовую структуру. В кровле потоков текстура пород, как правило, миндалекаменная. Наблюдаются немногочисленные прослои лито-, витро- и кристаллокластические псаммитовых, псефитовых и псаммопелитовых туфов, туфопесчаников, туфоалевролитов, вулканомиктовых песчаников. В нижней части свиты отмечены прослои туфогравелитов и туфоконгломератов, в составе которых присутствуют обломки известняков торгашинской свиты и доломитов, вероятно, овсянковской свиты. Цемент базальный, базально-поровый карбонатный пелитовый с примесью хлорита, глинисто-карбонатный, карбонатный, цеолитовый и глинисто-железистый.

Общая мощность подсвиты – от 350 до 1000 м

Верхнеимирская подсвита ($O_{2\text{-}3}im_2$) сложена лавовыми потоками и покровами трахитов, трахидацитов, трахириодацитов, реже трахириолитов, андезитов и трахибазальтов, а также их туфами и туфолавами. Граница между нижней и верхней подсвитами проводится Е. И. Берзоном и др. по смене су-

щественно базальтоидных вулканитов породами среднего и кислого состава. Нередко в основании верхней подсвиты здесь залегают туфы смешанного состава.

В составе верхней подсвиты в северной части депрессии в бассейнах рек Караульная и Гладкая Кача, преобладают лавовые потоки (мощностью 10 – 110 м) трахитов, трахидацитов, трахириодацитов, реже трахириолитов, а также их туфы. Породы верхней подсвиты в основном окрашены в различные оттенки красного и коричневого цветов. Преобладают порфировые разновидности. Мощность подсвиты – до 1800 м.

В районе г. Дивногорска значительную долю объёма верхней подсвиты слагают умеренно-щелочные кислые породы (трахидациты, трахириодациты), отсутствующие в восточной части депрессии. Трахиты для этой части, напротив, не характерны. Суммарная мощность эффузивного разреза здесь, по-видимому, несколько больше, чем в восточной части – не менее 2800 м. Таким образом, вулканогенной толще свойственна латеральная невыдержанность, резкие колебания мощностей отдельных тел по простиранию.

Абсолютный возраст трахитов по данным Rb-Sr изохронного датирования составил 447+6 млн лет, а K-Ar – 464+11, 452+11 и 467+11 млн лет. Ранее был определен возраст этих эффузивов Rb-Sr методом - 442±2 млн лет.

Ряд геологов оспаривает отнесение вулканогенных образований Качинско-Шумихинской депрессии к имирской свите и предлагает выделять их под местным названием *дивногорская толща* с тем же возрастом O_{2-3}. (Крук и др., 2002; Махлаев и др., 2007,2008; Перфилова, Махлаев, 2010).

С породами имирской свиты парагенетически связаны объекты с урановым оруденением уран-молибденовой формации и многочисленные проявления флюорита по обоим берегам Красноярского водохранилища. Вулканические породы (трахиты, трахидациты) по своим физико-механическим свойствам отвечают требованиям промышленности и широко использовались для отсыпки железнодорожных насыпей и автомобильных дорог. Некоторые разновидности крупнопорфировых вулканогенных пород имирской свиты достаточно декоративны и могут использоваться как облицовочный камень.

Девонская система (D)

Отложения девонской системы широко развиты на территории Красноярска и в его окрестностях. Они выполняют Рыбинскую впадину, протягивающуюся от северо-западных пригородов Красноярска в восточном и юго-восточном направлении, и представлены всеми тремя отделами девонской системы.

Нижний отдел (D_1)

Карымовская свита (D_1kr). Карымовская свита начинает разрез девонских отложений Рыбинской впадины. Её отложения протягиваются полосой вдоль северо-восточного подножья Торгашинского хребта от пос. Торгашино

на южной окраине г. Красноярска в направлении г. Чёрная Сопка и ст. Петряшино и далее в ЮВ направлении.

Нижняя часть разреза имеет терригенный состав и либо выделяется в качестве *нижнекарымовской подсвиты* (D_1kr_1) или же рассматривается как самостоятельная свита – *ассафьевская* (D_1as). Её отложения со структурным несогласием залегают на глубоко размытой поверхности карбонатных отложений нижнего-среднего кембрия. Эта граница и развитый выше базальный горизонт ассафьевской свиты были вскрыты в восточной стенке карьера «Увал Промартели» напротив Красноярской ТЭЦ-2. Здесь обнажилась развитая на известняках торгашинской свиты поверхность размыва с глубокими (до 0,8 м) карманами, выше которой залегают пестроцветные терригенные отложения. «Карманы» в известняках заполнены слабо сцементированными неслоистыми алевролитами серо-зелёного цвета. Выше разрез базального горизонта согласно наращивается мелко-среднезернистыми песчаниками с параллельной и косой слоистостью. Переслаиваются песчаники песочно-жёлтой и бордовой окраски. В жёлтых песчаниках встречаются многочисленные отпечатки проптеридофитовой (риниофитовой) флоры. Мощность песчаников около 1,5 м. Выше согласно залегают плохо сортированные гравелито-конгломераты с песчаным цементом и гравийно-галечными окатанными обломками подстилающих пород, мощностью не менее 2 м. Несколько лет назад это обнажение было уничтожено при строительных работах.

В целом в нижней части разреза нижнекарымовской подсвиты (ассафьевской свиты) преобладают песчаники полимиктовые жёлтой, розовато-серой и красноцветной окраски, с параллельной или направленной косой слоистостью. На различных уровнях они содержат прослои и линзы полимиктовых гравелитов и конгломератов либо прослои зелёных или красноцветных алевролитов и аргиллитов. Мощность нижней существенно песчанистой части разреза подсвиты более 100 м.

Выше по разрезу залегает грубообломочная пачка. Её разрез представлен переслаиванием мелко-, средне- и крупногалечных (иногда с примесью валунного материала) конгломератов. Изредка встречаются прослои и линзы гравелитов и песчаников. Конгломераты полимиктовые; галька сложена разнообразными магматическими и осадочными породами: сиенитами, гранит-порфирами, диоритами, габброидами, эффузивами различного состава, известняками и др. Общая мощность нижнекарымовской подсвиты (ассафьевской свиты) не менее 400 м.

Наблюдать отложения нижнекарымовской подсвиты можно в многочисленных небольших выходах вдоль подножья Торгашинского хребта (в районе пос. Торгашино и пос. Водников).

Выше разрез карымовской подсвиты наращивается существенно вулканогенными образованиями, разрезы которых обнажаются в бортах р. Берёзовка в районе ст. Петряшино. Здесь незакономерно переслаиваются, нередко слагая выклинивающиеся и линзовидные тела, преимущественно лавовые образования умеренно-щелочного состава, в диапазоне от базальтоидов повышенной щёлочности до трахириодацитов. Подчинённую роль игра-

ют прослои красноцветных песчаников и полимиктовых конгломератов. Суммарная мощность вулканогенной части разреза в окрестностях ст. Петряшино не менее 100 м.

Далее разрез вновь наращивается в основном терригенными отложениями, но это происходит уже далеко к ЮВ от характеризуемой площади. Общая мощность карымовской свиты в Рыбинской впадине до 2200 м.

По своей структурно-тектонической позиции образования карымовской свиты однозначно моложе карбонатных отложений кембрия и вулканических пород имирской свиты ордовика, на которых они залегают с несогласием. Налегание нижнекарымовских конгломератов на эффузивы имирской свиты отмечалось на левобережье Енисея при производстве геологосъёмочных работ 1950-х гг., но затем это обнажение было засыпано при строительстве Политехнического института. Более точно возраст терригенных отложений карымовской свиты определяется как нижнедевонский по многочисленным остаткам проптеридофитовой (рениофитовой) флоры. Крупнейшим является Торгашинское местонахождение, открытое в 1930-е гг. и подробно изученное крупнейшим знатоком проптеридофитовой флоры А. Р. Ананьевым, широко известное в мировой литературе, которое находится в бывшем карьере «Увал Промартели». Здесь определены Protohyenia janovii, Prototaxites forfarensis (Kidston et Lang.), Minusia antigma Tschirk., Zosterophyllum myretonianum Penh., Distichophytum mucronatum Magdefrau, Sawdonia ornate (Daws) Hueber, Margophyton goldshmidtii (Halle) Zakh., Pectinophyton bipectinatum Anan., Ptotobarinophyton obrutschevii Anan., Ienisseiphyton rudnevae (Peresv.) Anan., Drepanophycus spinaeformis Goepp., Platyphyllum fasciculatum Anan., Enigmophyton hoegii Anan., Broeggeria laxa Anan., Relliniia thomsonii (Daws.) Leclerc et Bon., кроме того, найдены остатки ракоскорпионов Hugmilleria lata (?) Stormer. К сожалению, в настоящее время это местонахождение недоступно для наблюдения, так как было засыпано при строительстве дамбы золоотстойника Красноярской ТЭЦ-2, несмотря на то, что числится охраняемым памятником природы.

Средний отдел (D_2)

Павловская свита (D_2pv) с размывом и угловым несогласием залегает на породах карымовской свиты нижнего девона. Её отложения протягиваются полосой от северо-западных окраин г. Красноярска, через центральную часть города к его юго-восточным пригородам (район ст. Зыково) и далее. Лучше всего обнажены отложения павловской свиты вдоль р. Кача, в особенности по южному склону Покровской горы. Именно по обрывам, сложенным красноцветными породами этой свиты («красным ярам»), город Красноярск получил своё название.

Сложена павловская свита исключительно осадочными породами терригенного, отчасти карбонатного состава: песчаниками, алевролитами, гравелитами, конгломератами, мергелями и известняками. По литологическим

особенностям (в наибольшей мере по содержанию карбонатных пород) она подразделяется на 3 подсвиты.

Нижнепавловская подсвита (D_2pv_1). Отложения нижней подсвиты слагают большую часть разреза свиты и представлены песчаниками, конгломератами, алевролитами, мергелями с редкими линзами известняков. Эти породы обнажаются у деревень Дрокино, Лукиной, Кузнецово и в восточной части г. Красноярска. В её основании залегает пачка песчаников, с примесью песчано-гравийного материала и мелкой гальки вулканических пород. Присутствуют содержащих прослои и линзы карбонатов. Выше залегает мощная (до 70 м) пачка конгломератов и песчаников с редкими прослоями песчанистого мергеля.

Средняя часть нижней подсвиты сложена часто переслаивающимися мергелями и песчаниками. Мергели зеленовато-розовые и розовато-серые мелкозернистые, красные и розовато-серые песчанистые, иногда красно-бордовые крепкие с мелкими чешуйками слюды. Песчаники зеленовато-розовые мелкозернистые с прослоями гравелитистых песчаников и бордово-красных плотных слабопесчанистых мергелей.

Выше по разрезу вновь преобладают песчано-конгломератовые отложения с маломощными прослоями и линзами мергелей. Мелкая слабоокатанная галька представлена кремнистыми породами, сиенитами и эффузивами основного состава.

Общая мощность нижнепавловской подсвиты 350 – 400 м.

Среднепавловская подсвита (D_2pv_2) является маркирующей толщей и прослеживается на значительной части Рыбинской впадины. Нижняя граница проведена по появлению в разрезе свиты слоёв известняка, содержащих стяжения красного халцедона. Сложена она в основном красно-бурыми, реже зеленовато-серыми мергелями, среди которых залегают прослои и линзы известняков, песчаников и отдельные линзы конгломератов. Эта подсвита является наиболее насыщенной карбонатными породами. Прослои известняков, залегающие среди менее устойчивых к выветриванию пород, формируют резковыраженные, иногда ступенчатые и куэстообразные формы рельефа.

В 3 км к юго-востоку от д. Дрокино, на левом берегу р. Качи, среди жёлтых песчаников отмечается маломощный (0,3 м) слой мелкозернистого песчаника с отпечатками растений Orestovia bazhenovii Lar., Sporites devonicus Gar., Sporites sibiricus Gar., Protocephalopteris praecox Anan., Psilophyton cf. dawsonii Andrews et al. и др.

Мощность среднепавловской подсвиты около 120 м.

Верхнепавловская подсвита (D_2pv_3) по литологическому составу близка к нижнепавловской и отличается от неё несколько большим количеством известняковых прослоев и присутствием аргиллитов. Разрез подсвиты почти-целиком вскрыт траншеей, пройденной в северо-северо-восточном направлении от часовни (вершины г. Караульной) на протяжении около 650 м. В составе отложений преобладают мергели, среди которых в виде маломощных (от 0,2 до 2 м) линз и прослоев залегают песчаники и мелкогалечные конгломераты. Мощность отложений верхней подсвиты до 120 м.

Возраст павловской свиты определяется как среднедевонский на основании находок отпечатков флоры у с. Дрокино.

Верхний девон (D_3)

Кунгусская свита (D_3kn) пользуется в районе г. Красноярска широким распространением. Её отложения протягиваются на юго-восток от пос. Солонцы через территорию Советского района города до пос. Лопатино. Породы кунгусской свиты в целом неустойчивы к выветриванию и обнажены плохо. Их выходы можно наблюдать в цоколе террасы на левом берегу Енисея ниже Медицинской академии. Кроме того, отложения свиты были вскрыты многочисленными скважинами в процессе инженерно-геологических исследований в начале застройки микрорайона «Взлётка».

Кунгусская свита согласно залегает на павловской. Нижняя граница её проводится условно по смене мергелей верхней части павловской свиты пачкой гравелито-песчаниковых пород, содержащей прослои серовато-белых песчаников. Выше по разрезу наблюдается переслаивание кирпично-красных, реже зеленоцветных алевролитов и мергелей, нередко песчанистых, с прослоями песчаников, аргиллитов, гравелитов, известняков.

Характерным для кунгусской свиты являются известняковые конгломераты, называемые «икряными» известняками. Они состоят из плоских и округлых галек известняка и мергеля размером в диаметре от 1 до 5 см. Цементом известняковых конгломератов является известняково-глинистый материал.

Верхняя часть свиты размыта перед накоплением перекрывающих отложений карбона. Мощность свиты в районе г. Красноярска более 300 м, в прилегающих частях Рыбинской впадины достигает 600 м.

Из нижних горизонтов свиты собрана флора, определённая как Pseudobornia cf. ursine Nath., и Archaeopteris sp., Archaeopteris cf. fimbriata Nath. и др. В зеленовато-серых песчаниках из средней части кунгусской свиты обнаружена чешуя панцирных рыб, определённых как Bothriolepis cf. sibirica Obr., в известняковых конгломератах были найдены остатки панцирных рыб, определённых как Osteolepidae. Все эти находки определяют принадлежность свиты к верхнему девону.

Каменноугольная система (C)
Нижний отдел (C_1)

Чаргинская свита ($C_1čr$) залегает с размывом на подстилающих отложениях верхнего девона. Они распространены на правобережье Енисея у восточной окраины и в прилегающей части пригородной зоны Красноярска. Лучше всего обнажены породы нижней части разреза чаргинской свиты, наблюдающиеся по правобережью р. Берёзовки около пл. Сухой и вдоль дороги между с. Вознесенское и дер. Лопатино. В разрезе у платформы Сухой основание свиты не вскрыто, но обнажён фрагмент нижней части свиты мощно-

стью около 80 м. В разрезе ритмически чередуются песчаники и алевролиты (преимущественно известковистые), реже гравелиты и конгломераты, иногда известняки. Последние нередко содержат желваки и прослои оранжевых кремней. Характерны резкие границы между литологическими разностями; нередки волнистые поверхности размыва. Мощности слоёв изменчивы, отмечаются случаи выклинивания их по простиранию. Широко распространена направленная косая слоистость. Среди известняков распространены обломочные разности – калькаренитыи. В нижней части разреза господствуют красноцветные окраски, выше всё большее распространение приобретают зеленоцветные. Также вверх по разрезу увеличивается доля карбонатных пород.

Более высокая часть разреза свиты представлена переслаиванием зеленоватых мергелей, кирпично-красных алевролитов и известняковых конгломератов. В самой верхней части преобладают известняковые конгломераты и известняки с включениями халцедона. Среди них отмечаются прослои известковистых песчаников, алевролитов и аргиллитов. Окраска пестроцветная с незакономерным чередованием зеленовато-серых и красноцветных разностей. Часто наблюдается замещение по простиранию известняковых конгломератов зеленовато-серыми песчаниками с большим количеством обломков кварца, халцедона и лепёшковидных обломков мергеля, а также мелкозернистых песчаников – алевролитами.

Мощность свиты более 450 м.

В прослое зеленоцветных алевролитов из верхней части разреза свиты, вдоль дороги Вознесенское – Лопатино, обнаружены многочисленные отпечатки растений: Asterocalamites scrobikulatos Schoth. и Heleniella theodori Zal., определяющие возраст отложений как раннекаменноугольный (турнейский)

Красногорьевская свита (C_1kr) развита в окрестностях Красноярска узкой субширотной полосой, прослеживаемой от района с. Берёзовка к с. Вознесенское. Она согласно наращивает разрез подстилающей чаргинской свиты и с глубоким размывом и угловым несогласием перекрывается отложениями нижней юры, в связи с чем её разрез в районе неполон.

Свита представлена переслаивающимися розовато-жёлтыми, желтовато-зелёными песчаниками с подчинёнными прослоями зелёных алевролитов и аргиллитов. Присутствуют прослои пепловых туфов кислого состава, туффитов, туфопесчаников. Наиболее представительный фрагмент нижней части разреза свиты вскрывается придорожным карьером у юго-восточной окраины с. Вознесенское, вдоль дороги на дер. Лопатино. Здесь обнажаются розовые, желтоватые часто слюдистые мелко- и среднезернистые песчаники кварцево-полевошпатового состава. Песчаники нередко известковистые, участками обогащены фосфатом кальция. В них часто присутствует лепёшковидные обломки голубовато-зелёных аргиллитов и хорошо сохранившиеся остатки крупноствольной лепидодендроновой флоры. Выше по разрезу они сменяются зеленоватыми крупнозернистыми кварцево-полевошпатовыми песчаниками. Верхняя часть свиты сложена мелко- и среднезернистыми зеленовато-

серыми и зеленовато-жёлтыми песчаниками с прослоями голубовато-зелёных аргиллитов. Мощность красногорьевской свиты более 300 м.

По остаткам лепидодендроновой флоры Porodendron cristatum Chachl., Porodendron plicatum Chachl., Knorria sp. и др. возраст свиты определяется как раннекаменноугольный.

Мезозойская эратема (MZ)
Юрская система (J)

Юрские отложения распространены на территории северной и восточной частей г. Красноярска и в прилегающих окрестностях. Осадки этого уровня представлены континентальной угленосной формацией, важнейшей особенностью которой является её ритмичное строение. Элементарные циклы осадконакопления начинаются обычно песчаниками, реже гравелитами или конгломератами. Вверх по разрезу песчаники сменяются алевролитами и аргиллитами. И, наконец, эти циклы нередко венчаются пластами и прослоями бурых углей. Все юрские отложения района г. Красноярска принадлежат восточной зоне Чулымо-Енисейской впадины. Юрские отложения территории города и его ближайших окрестностей относятся к двум отделам этой системы – нижнему и среднему. Нижняя юра представлена макаровской и иланской свитами, средняя – итатской свитой, а вышележащие отложения развиты уже на значителдьном удалении от города.

В юрских отложениях района г. Красноярска проявлена фациальная изменчивость. В направлении с востока на запад количество элементарных циклов и, соответственно, обычно венчающих их угольных пластов и прослоев увеличивается.

Нижний отдел (J_1)

Макаровская свита (J_1mk). Отложения макаровской свиты распространены по правобережью Енисея на восточной окраине г. Красноярска. Они несогласно залегают на породах палеозоя и представлены конгломератами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами с несколькими маломощными пластами бурых углей. Наиболее полный разрез свиты наблюдается в береговых обнажениях по правобережью р. Енисей, ниже северного конца о. Татышева.

В основании свиты залегают желтовато-серые слабосцементированные конгломераты с плохо сортированной, но хорошо окатанной галькой кремнистых и вулканических пород, реже гранитов, кварцитовидных песчаников, метаморфических сланцев, гнейсов. Встречается галька каолинизированных пород, что связано с процессами переотложения образований сформировавшейся в конце триаса – начале юры площадной Корф выветривания. Мощность конгломератов 30 м, их выходы встречаются также по руч. Сухой.

Выше по разрезу конгломераты через пачку жёлтых и серо-зелёных средне-мелкозернистых песчаников с прослоями гравелитов постепенно сменяются ритмичным переслаиванием преимущественно серозелёных мелко-

зернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов с пропластками бурого угля. В самой верхней части разреза преобладают зеленовато-серые аргиллиты с прослоями мелкозернистых песчаников и тремя пластами бурого угля мощностью до 1 м. Общая мощность отложений макаровской свиты в районе Красноярска около 100 м, в западных районах края она возрастает до 200 и более метров.

В отложениях макаровской свиты найдены отпечатки растений Cladophlebis whitbiense tennue Heer, Elatocladus manchurica (Lokojame) Labe. Из них выделены представительные споропыльцевые комплексы, в которых присутствует пыльца гинкговых, беннетитовых, хвойных, споры папоротникообразных, характеризующие возраст свиты в синемюрского и плинсбахского ярусов нижней юры.

Иланская свита (J_1il). Отложения свиты протягиваются узкой полосой от восточной окраины г. Красноярска до пос. Бархатово. Здесь иланская свита залегает с размывом на разных горизонтах макаровской свиты и на подстилающих её палеозойских отложениях. Промышленных угольных пластов она, в отличие от подстилающих и перекрывающих отложений, не содержит. Имеются лишь маломощные (до 1,6 м) прослои углесодержащих пород, реже бурых углей. Нижняя граница свиты проводится по кровле углистых пород, залегающих в верхней части макаровской свиты, либо по смене преимущественно песчаных фракций макаровской свиты переслаиванием алевролитов, аргиллитов и песчаников. Сложена иланская свита алевролитами, песчаниками и аргиллитами, с прослоями и линзами аргиллитов углистых, реже – бурых углей. Характерны серо-зеленоцветные тона окраски.

Отложения иланской свиты характеризуются споропыльцевыми комплексами тоарского яруса нижней юры. Её общая мощность до 180 м.

Средний отдел (J_2)

Итатская свита (J_2it). Образования иланской свиты слагают в районе Красноярска обширные площади на левобережье Енисея, в пределах микрорайонов Зелёная Роща, Северный, Солнечный, в окрестностях КРАЗа и деревни Песчанка. Её базальные слои с размывом ложатся на различные горизонты иланской свиты, а в краевых частях Чулымо-Енисейской впадины – и на более древние отложения. Породы итатской свиты можно наблюдать в береговых обнажениях Енисея ниже г. Красноярска, в районе дер. Коркино, Кубеково, Худоногово. Сложена она ритмично переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми алевролитами и аргиллитами, с прослоями и линзами конгломератов и гравелитов, пластами угля.

В составе свиты принимают участие песчаники, алевролиты, аргиллиты, углистые алевролиты и аргиллиты, прослои и линзы конгломератов, гравелитов, пласты угля. На основе цикличности строения разреза свита расчленена на три подсвиты, каждая из которых начинается отложениями существенно песчаного состава с прослоями и линзами грубообломочных пород, и завершается преимущественно тонкообломочными (алевроаргиллитовыми)

породами с пластами и прослоями бурых углей. Отложения свиты охарактеризованы представительными споропыльцевыми комплексами средней юры (нижнеитатская подсвита – ааленский ярус, среднеитатская подсвита – байосский ярус, верхнеитатская – батский ярус).

Верхнеитатская подсвита характеризуется богатым комплексом флоры и фауны. Цепь обнажений, где были найдены органические остатки, тянется от дер. Кубеково на 7 км и заканчивается ниже дер. Худоногово. Здесь найдены остатки голосеменных Ginkgo, Bajtra, Phoenicopsis, Czekenowckia, папоротников Coniopteris, Cladophlebis, артрофитов Equisetites и др. Известны многочисленные двустворки Unio, Acyrena, остатки рыб Psendosurdinia и др. Но наибольший интерес этот разрез представляет в связи с наличием уникальнейшего в России местонахождения юрских насекомых. Их остатки обнаружены в верхней части разреза верхнеитатской подсвиты в нескольких слоях, которые выдерживаются по простиранию на значительном протяжении. Здесь найдены очень многочисленные и разнообразные формы – как водные (личинки поденок, водные жуки Temptus, стрекозы, ручейники, веснянки, сетчатокрылые), так и наземные (полужесткокрылые, тараканы, жуки).

Мощность нижнеитатской подсвиты до 150 м, среднеитатской – до 250 м, верхнеитатской – до 200 м. Суммарная мощность итатской свиты – до 600 м.

Кайнозойская эратема (KZ)
Четвертичная система (Q)

Отложения четвертичной системы пользуются в окрестностях Красноярска практически повсеместным развитием. Здесь широко представлены природные отложения различных генетических типов: аллювий, пролювий, элювий, коллювий, делювий, десерпций, дефлюкций, лимний, полюстрий, деляпсий, а также техногенные образования. Их возраст колеблется в диапазоне от эоплейстоценового до голоценового (современного). Основой возрастного расчленения четвертичных отложений района является хронологическая последовательность формирования террасового комплекса Енисея. Поэтому наиболее достоверно расчленены аллювиальные отложения, слагающие поверхности разновозрастных террас. Возраст террасового аллювия определён по споропыльцевым комплексам, костным остаткам млекопитающих, а для самых молодых – и по палеолитическим орудиям. Отложения иных генетических типов сопоставляются с различными уровнями террасового комплекса по геоморфологическим признакам. Те, которые накладываются на поверхности террас или приурочены к врезанным в них формам рельефа рассматриваются как более молодые.

Всего в районе Красноярска в долине Енисея выделяется девять террас различного гипсометрического уровня и, соответственно, возраста. Все они, за исключением первой, имеют свои названия. Первая терраса – до 9 м над современным урезом воды, вторая (Ладейская)– до 15 м, третья (Краснояр-

ская)– до 25 м, четвёртая (Березовская)– до 35 м, пятая (Лагерная)– до 60 м, шестая (Собакинская)– до 80 м, седьмая (Торгашинская)– до 110 м, восьмая (Худоноговская) – до 140 м, девятая (Бадалыкская) – до 220 м. Долины основных притоков Енисея (рр. Базаихи, Качи, Караульной и др.) террасированы слабо. Лишь на отдельных участках их течения встречаются единичные останцы террас, а полный террасовый комплекс, аналогичный енисейскому, нигде не развит. На обширных водораздельных пространствах, где нет возможности геоморфологического сопоставления с террасовым комплексом, четвертичные отложения всех генетических типов рассматриваются как принадлежащие четвертичной системе нерасчленённой.

Описание четвертичных отложений приводится по генетическим типам.

Аллювиальные отложения формировались на всём протяжении от эоплейстоцена до настоящего времени. К эоплейстоцену относится аллювий IX (Бадалыкской) и VIII (Худоноговской) террас. В районе Красноярска IX терраса сохранилась по левому борту долины Енисея у пос. Бадалык, по правому – на г. Сосновый мыс, где нижняя часть аллювия вскрыта карьером. Здесь на пестроцветных глинах коры выветривания с размывом залегают горизонтальнослоистые пески, галечники полимиктового состава, сцементированные ожелезненным грубозернистым песком. Верхняя часть толщи у пос. Бадалык состоит из галечника, в составе которого много выветрелых пород, сцементированных ожелезненным каолинизированным песком, и суглинка серо-коричневого с линзами песка (Берзон и др., 2001). Общая мощность до 9 м. VIII надпойменная терраса наиболее выражена на левобережье, в районе Госуниверситета и биатлонного стрельбища у западной окраины города. Здесь, в бортах логов, можно наблюдать выходы бурых известковистых супесей, отвечающих верхней части разреза. Нижние части разреза аллювия VIII наблюдались Е. И. Берзоном и др. (2001) в верхней части микрорайона Покровка, где представлены охристо-бурым песком с гальками кремнистых пород, песчаника, гранита, а также супесями и суглинками. Общая мощность аллювия VIII террасы до 25 м.

К нижнему звену и самой нижней части среднего звеньев неоплейстоцена относится аллювий VII (Торгашинской) террасы, высотой 80-110 м. Эта терраса – одна из наиболее выраженных террас Енисея в районе Красноярска. На её поверхности на левобережье расположены Академгородок и Студенческий городок, а на правом берегу она протягивается вдоль значительной части северного склона Торгашинского хребта от р. Базаиха до района пос. Торгашино (Цемзавод). Верхние части разреза террасы хорошо обнажены в придорожных выемках у пруда в районе подсобного хозяйства санатория «Енисей», западнее Академгородка. Здесь вскрываются плотные суглинки, серовато-бурого цвета, с тонкой параллельной слоистостью (с невыдержанными прослоями тёмно-серого цвета), известковистые; переслаивающиеся с супесями и перекрываемые ими. Нижние части разреза не обнажены, но по бортам логов, врезанных в террасу, отмечается многочисленная хорошо окатанная мелкая галька разнообразного состава, очевидно, вымываемая из

террасового аллювия. Суммарная мощность торгашинского аллювия – до 40 м. Возраст определяется находками фауны мамонта, шерстистого носорога, бизона, моллюсков, данными спорово-пыльцевого и палеомагнитного анализов непосредственно на территории г. Красноярска (Гремячий лог).

К среднему звену неоплейстоцена относятся аллювиальные отложения VI и V террас Енисея. VI (Собакинская) терраса лучше всего развита на левобережье Енисея, у западной окраины Красноярска. Здесь она протягивается от района устья р. Караульная, через приустьевую часть р. Собакина у пос. Удачный до лога Пещерного у западной окраины Академгородка. Нижние части разреза собакинского аллювия вскрыты небольшим карьером, расположенным на поверхности террасы напротив губернаторской резиденции «Сосны». Здесь развиты преимущественно мелкообломочные галечники, в составе которых представлены вулканические и кремнистые породы, жильный кварц; встречаются плохо окатанные обломки вендских песчаников, слагающих цоколь террасы. Вышележащая часть разреза аллювия вскрыта шурфами и сложена лёгкими суглинками и супесями, нередко известковистыми. Суммарная мощность аллювия VI террасы – до 10 м. V терраса (Лагерная) широко представлена в левобережье, от устья Качи до Алюминиевого завода. До глубины 1,5 –2 м терраса сложена лессовидными суглинками. Ниже прослеживаются супеси, мелко-, среднезернистые пески редкой галькой. В основании наблюдаются галечники. Мощность аллювия IV террасы достигает 35 м. Нижняя часть аллювиальной толщи датирована вторым средненеоплейстоценовым межледниковьем на основании находок остатков мамонтовой фауны и споропыльцевого комплекса (Берзон и др., 2001)

Аллювий верхнего звена неоплейстоцена представлен отложениями IV (Берёзовской), III (Красноярской) и II (Ладейской) террас Енисея. Наибольшим развитием пользуется III терраса, на которой расположен центр г. Красноярска. Терраса аккумулятивная, сложена галечниками с линзами песка. Местами галечник покрыт лессовидными суглинками и буграми перевеянных песков. Мощность осадков 20 м. Низы аллювия с останками шерстистого носорога и мамонта, по составу споропыльцевого комплекса и особенностям осадков отвечают ледниковью. Верхи разреза содержат южнотаежный СПК с примесью широколиственных, отвечающий межледниковью. К покровным образованиям террасы приурочен нижний культурный слой верхнепалеолитической стоянки «Афонтова гора II» у железнодорожного моста. Из него получена радиоуглеродная датировка 20900±300 лет (Берзон и др., 2001). II терраса широко распространена на правом берегу. К её поверхности приурочена вся местность вдоль проспекта «Красноярский рабочий». Аллювий террасы представлен галечниками, слоистыми супесями с прослоями зеленоватой глины, серыми суглинками. Мощность 14 – 20 м.

Пограничный позднеоплейстоцен-голоценовый возраст имеют отложения первой надпойменной террасы Енисея. Представлены они супесями с прослоями глин и илов, песками, галечниками. Мощность отложений до 9 м.

Современный аллювий представлен русловыми и пойменными отложениями Енисея и его притоков – Базаихи, Берёзовки, Качи, Караульной и

др. Состав его большей частью галечный или песчаный, с линзами осадков алеврито-глинистого состава. На участках с бурным течением встречаются валунные отложения, наблюдаемые, в частности, в приустьевой части ручья Калтат и некоторых отрезках р. Базаихи.

Озёрно-аллювиальные отложения, сопоставляемые с уровнем VIII террасы Енисея (эоплейстоцен), слагают равнину по левобережью р. Кача, являясь фациями перигляциального бассейна в долине р. Енисей. Они представлены глинами коричневыми, серыми, зеленовато-серыми с илом, в основании которых наблюдаются супеси, глинистые пески с гравием. Мощность 5-15 м (Берзон и др., 2001).

Озёрные отложения (лимний) накапливаются в современных прудах, в большом числе устроенных в пригородной зоне Красноярска. Они представлены сапропелевыми илами с тонкой горизонтальной слоистостью и примесью песчаного материала. Наблюдать их можно в засушливые сезоны при низком уровне воды в прудах. Возраст голоценовый.

Болотные отложения (полюстрий) развиты локально на сильно увлажнённых участках в поймах ручьёв и малых рек. Их наблюдение возможно только при проходке небольших шурфов поздней осенью, когда болота начинают промерзать. Представлены осадки глинисто-органогенными отложениями тёмно-серого цвета, с большим количеством неразложившегося растительного материала. Возраст установленных в окрестностях Красноярска болотных отложений голоценовый.

Элювий – это продукты разрушения коренных горных пород, залегающих в месте образования. Он тонким слоем покрывает пологие вершины и водоразделы. Представлен дресвой и щебнем, состав которых отвечает подстилающим коренным породам. Залегает обычно непосредственно под слоем дёрна. Мощность – до первых десятков сантиметров. Возраст определяется в диапазоне от эоплейстоценового и даже поздненеогенового до современного.

Пролювий представляет собой отложения временных водных потоков. Он слагает многочисленные конусы выноса, наложенные в устьях сухих логов на поверхности различных террас и современную пойму, а также нередко выстилает днища сухих логов. Сложен он несортированными суглинками и супесями обычно бурого цвета, со щебнем, иногда с глыбами. Обломочный материал всегда представлен породами, развитыми выше по склону. На участках, где размываемый субстрат представлен карбонатными породами, отложения известковистые, имеют белёсую окраску. В отдельных случаях, при размыве аллювия высоких террас, в составе пролювия присутствует хорошо окатанная галька. В конусах выноса проявлена грубая незакономерная слоистость, выраженная в чередовании невыдержанных по мощности слоёв и линз, различающихся долей грубообломочного материала в составе. В разрезе некоторых конусов выноса присутствуют горизонты погребённых почв. Это свидетельствует о перерывах в накоплении пролювия, во время которых начиналось формирование почвенного покрова, после чего вынос обломочного материала временными потоками возобновлялся. Многочисленные конусы выноса можно наблюдать вдоль всей автомобильной дороги от пос.

Дачный на левобережье Енисея (под Академгородком) до пос. Удачный (где они нередко вскрыты придорожными выемками), а также вдоль подножья Торгашинского хребта по правому берегу р. Базаихи. Мощности пролювия в конусах выноса могут достигать 10 и более метров.

Возраст пролювия и всех описанных далее склоновых отложений определяется на каждом участке геоморфологически по соотношениям с террасовыми поверхностями. В целом их накопление протекало в диапазоне от эоплейстоцена до голоцена и продолжается в настоящее время.

Коллювий – обвальные и осыпные отложения – представлен щебнем и глыбами. Он развит в основном на крутых и сухих склонах южной экспозиции, где преобладают процессы физического выветривания и их продукты не могут удерживаться слишком редким растительным покровом. Коллювиальные отложения маломощным чехлом покрывают склоны и формируют, нередко совместно с пролювиальными конусами выноса, шлейфы вдоль их подножий, мощностью до нескольких метров. Наибольшее развитие эти отложения получают там, где склоны сложены неустойчивыми, сильно трещиноватыми коренными породами. Это можно наблюдать по всему подножью высоких террас Енисея вдоль дороги от Академгородка на пос. Удачный, где цоколь почти целиком сложен песчаниками и алевролитами тюбильской свиты, при выветривании легко рассыпающимися в шебёнку.

Десерпций – несортированный щебнистый материал, развитый на склонах средней крутизны (большей частью южной экспозиции), и медленно сползающий под действием температурных колебаний. Типичные десерпционные образования можно наблюдать на ЮВ склоне г. Николаевская Сопка, в придорожной выемке, где они перекрывают коренные выходы сиенит-порфиров и микрогаббро и сами сложены продуктами их разрушения. Мощность десерпция до 1 – 2 м.

Делювий – продукт смыва дождевыми и талыми водами. Он представлен в окрестностях Красноярска тонкими существенно глинистыми осадками, встречающимися в нижних частях пологих склонов. В современных условиях формирование делювия практически не происходит, так как склоны почти повсеместно покрыты достаточно плотным слоем дёрна, предохраняющим его от размыва. Основной объём делювия формировался в холодные эпохи в приледниковой обстановке, при разрежённом растительном покрове. Процессы образования делювия и десерпция, нередко проявлены на одних и тех же участках склонов, но в разное время и, вероятно, при разном климате, в связи с изменением характера растительности

Дефлюкций – ещё один тип склоновых отложений, формирование которого является результатом пластичного оползания сильно увлажнённых существенно глинистых грунтов. Состав – суглинки, часто со щебнем подстилающих пород. Формируется он преимущественно на склонах северной экспозиции, а также на затенённых и влажных склонах глубоко врезанных логов. Здесь дефлюкционные отложения также нередко чередуются с делювиальными, накапливавшимися в более холодные эпохи при разрежённом растительном покрове. В современной обстановке дефлюкционные процессы

наиболее активизируются после таяния снега, когда самый верхний, сильно увлажнённый талыми водами слой грунта медленно сползает по более глубокому не оттаявшему и потому препятствующему подземному стоку талых вод. Подобные явления нередко можно наблюдать ранней весной в придорожных выемках, срезающих увлажнённые склоны.

Деляпсий – отложения оползневого происхождения – развит локально на крутых склонах, сложенных рыхлыми неустойчивыми грунтами при условии их подпитки грунтовыми водами. Это нагромождения целых пластов или блоков рыхлого осадка, без нарушения целостности сместившихся к подножью склона. Иногда оползневые процессы активизируются в результате техногенного вмешательства, приводящего к повышению уровня грунтовых вод (строительства дамб, плотин).

Техногенные отложения в пределах Красноярска и его окрестностей весьма разнообразны. Среди них представлены глыбовые и щебнисто-глыбовые отложения карьерных отвалов, разнообразные по гранулометрии образования дамб и насыпей, донные осадки промышленных отстойников. К числу последних, в частности, относятся техногенные илы золоотстойника ТЭЦ-2, устроенного в заброшенном карьере Цемзавода. Они представляют собой тонкие осадки пепельно-серого цвета с тонкой параллельной слоистостью и повышенными содержаниями тяжёлых металлов. По мере наполнения отстойника они извлекаются и вывозятся для захоронения в расположенном поблизости карьере «Цветочный лог». Особую разновидность техногенных отложений представляют собой скопления бытового, строительного и промышленного мусора на многочисленных свалках – как легальных, так и несанкционированных. Возраст голоценовый.

3.5. ИНТРУЗИВНЫЙ МАГМАТИЗМ

Магматические образования в окрестностях г. Красноярска представлены разнообразными по петрографическому составу породами, сформированными в возрастном интервале от позднего рифея до раннего девона.

Позднерифейские интрузии и протрузии

Акшепский комплекс альпинотипных гипербазитов ($\sigma RF_3 a$). В составе комплекса резко преобладают серпентиниты, нередко интенсивно рассланцованные. В Красноярской зоне его тела формируют два сближенных «пояса»: Акшепский и Слизневский. Ранее они объединялись Г. В. Пинусом в «Красноярский пояс». «Слизневский пояс» располагается в зоне крупного глубиннного разлома СВ простирания шириной до 10 км (от устья р. Базаихи до устья р. Слизневой) и протяженностью более 35 км. Ультраосновные породы комплекса обнажаются в бассейне рек Бол. и Мал. Слизневых, р. Собакиной, на левобережье р. Енисей, выше пос. Удачный, а также в нижнем течении р. Базаихи (Голубая горка и г. Вышка). Небольшие тела гипербазитов сближены между собой, образуя цепочки, состоящие из двух, реже – трёх-четырёх лин-

зовидных тел линейно-вытянутых протрузий, мощностью 100 – 200 м. Самыми крупными из них являются Базаихский (5 кв. км) и Слизневский «массивы» (около 12 кв. км). Все протрузии сложены рассланцованными, реже массивными, серпентинитами, зелёного и темно-зелёного (до чёрного) цвета, иногда содержащими немногочисленные реликты оливина (частично замещенного иддингситом) и ромбического пироксена (энстатита). Среди акцессорных минералов преобладают магнетит и хромит. В относительно крупных телах гипербазитов наблюдаются различные ультраосновные и основные породы, в той или иной степени подвергшиеся процессами серпентинизации. Так, на левом берегу р. Енисея, ниже устья р. Крутенькой и по р. Собакиной встречаются интенсивно катаклазированные зеленовато-чёрные пироксениты панидиоморфной структуры, состоящие из авгита, гиперстена (около 15 %), сильно серицитизированного плагиоклаза (до 10 %), ильменита и вторичных: хлорита, пренита, антигорирта, биотита, буроватой роговой обманки и карбонатов. На правом берегу р. Енисея, напротив Собакинского острова – выходы серпентинизированных дунитов, в 1 км выше устья р. Быковой обнажается тёмно-зелёная сильно серпентинизированная оливиновая порода с реликтами диаллага, пронизанная прожилками хризотил-асбеста и карбонатов. Серпентиниты описываемого района произошли за счёт пироксенитов, перидотитов, дунитов и других пород близкого петрографического состава. Комплекс изучен недостаточно, надежные данные по обоснованию возраста отсутствуют. Позднерифейский возраст его принят условно.

Бахтинский вулканический комплекс. Субвулканические образования ($\nu RF_3 bh$) представлены силлами размерами до 3,5х0,8 км и дайками до 0,2х0,02 км, интенсивно зеленокаменноизменных мелко- и среднезернистых микрогаббро с габброофитовой структурой. Контакты даек резкие, рвущие, силлов – согласные с вмещающими отложениями. По петрохимическим и петрографическим характеристикам идентичны вулканитам покровной фации в составе бахтинской свиты и нередко являются подводящими каналами этих эффузивов. Позднерифейский возраст принят условно.

Средне-позднеордовикские интрузии

Генетически и пространственно они связаны с вулканитами имирской свиты, причем фигуративные точки составов как вулканических, так и интрузивных пород образуют единые тренды дифференциации на большинстве петрохимических диаграмм, что позволяет рассматривать их в качестве членов единых вулкано-плутонических ассоциаций. Магматизм ордовикского этапа отличается повышенной щелочностью, при преобладании Na над K, повышенным содержанием летучих компонентов в исходных расплавах. Комагматичность пород ассоциации подчеркивается и общей для них геохимической спецификой – пониженным содержанием Rb и повышенными содержаниями Sr, Ba, Th, Mo и B.

Имирский вулканический комплекс. Жерловые и субвулканические образования являются составной частью имирского базальт-трахиандезит-

трахириолитового вулканического комплекса. Слагают штоки, этмолиты, акмолиты, некки площадью до 3 км^2 в полях развития вулканогенных образований имирской свиты.

Жерловые образования имирского вулканического комплекса представлены небольшими (диаметром до 200 м) некками у южного подножья гряды Долгая грива и на левом берегу р. Енисей в 2,5 км к западу от пос. Удачный, а также на стрелке рек Гладкая и Крутая Кача. выполненными эруптивными брекчиями преимущественно базальтоидного состава, в которых встречаются единичные обломки розовых трахитов и микросиенитов.

Субвулканические образования представлены лакколитообразными интрузиями кварцевых сиенит-порфиров и микросиенитов в районе гряды Долгая Грива и ст. Минино, а также многочисленными дайками умеренно-щелочных мелкозернистых габбро и микрогаббро, трахибазальтов, трахидолеритов, трахит-порфиров. микросиенитов, микрограносиенитов, комагматичных породам имирской свиты. Базальты, долериты и трахидолериты часто встречаются в виде даек мощностью 0,5 – 0,6 м, прослеживающихся на астояние 500 – 800 м, иногда более 1000 м. Обычно субвулканические интрузии комплекса достаточно хорошо выделяются в рельефе в виде гривок, гряд и изометричных вершин.

Интрузия кварцевых сиенит-порфиров (в районе г. Первая и Вторая Сопка) представляет собой лакколит, кровля которого хорошо отпрепарирована в современном рельефе. Интрузия имеет зональное строение. В её центре развиты кварцевые слабопорфировидные сиениты розового цвета с мелкозернистой основной массой, а периферическая зона интрузивного тела сложена микросиенитами и сиенит-порфирами с тонкозернистой основной массой. По петрохимическим характеристикам близки к соответствующим эффузивам имирской свиты.

Возраст субвулканических интрузий (район г. Дивногорска и ст. Минино), определенный U-Pb методом, составил 447±10 млн лет.

Столбовский сиенит-граносиенитовый комплекс ($\xi O_3 st$) впервые выделен Ю. А. Кузнецовым в 1932 г. В дальнейшем эта ассоциация чаще описывалась в литературе как шумихинский комплекс. Но, поскольку последнее название употреблялось в регионе применительно к нескольким ассоциациям интрузивных пород различного состава и возраста, то при разработке последних серийных легенд для Госгеолкарт было решено, с целью исключения омонимии и с учётом приоритета, вернуться к названию, под которым комплекс был описан первоначально.

Комплекс двухфазный. Первая, главная, фаза – сиениты, кварцевые сиениты и граносиениты, подчиненное значение имеют гибридные эндоконтактовые монцониты и монцодиориты. Вторая фаза – небольшие штоки и дайки умеренно-щелочных гранитов, лейкогранитов, граносиенитов, кварцевых сиенитов, их порфировидных разностей и аплитов. Структуры мелко- и среднезернистые, нередко порфировидные. Микроструктура гипидиоморфнозернистая, участками микрографическая. Состав сиенитов: анортоклаз – 75 – 80 %, олигоклаз (An_{9-12}) – 0 – 10 %, кварц – 5 – 10 %. В граносиенитах и

умеренно-щелочных гранитах содержание кварца возрастает до 15 – 30 %. Темноцветные минералы - биотит (обычно сильно разложен), зеленый эгирин-авгит и авгит, роговая обманка. Акцессорные минералы: магнетит, апатит, циркон, рутил, сфен. Характерна повышенная щелочность калиево-натриевого, реже натриевого типа, высокие концентрации РЗЭ, Th – до 30 г/т.

Петротипом комплекса является Столбовский массив. В современном эрозионном срезе он представляет собой тело овальной в плане формы, площадью около 40 км^2. Ранее он считался субвертикальным штоком. Но выполненный нами анализ петроструктурной зональности интрузии позволяет рассматривать её как лакколит, полого погружающийся к северо-востоку, под долину р. Базаихи, что подтверждается и новейшими геофизическими данными. В составе интрузии выделяются образования двух фаз кристаллизации. Почти весь объём принадлежит главной фазе, сложенной относительно крупнозернистыми породами, состав которых плавно изменяется в диапазоне от сиенитов и кварцевых сиенитов до граносиенитов. Фаза кристаллизации остаточного расплава представлена маломощными (первые сантиметры, редко до 10 – 15 см) жилами кварцевых микросиенитов – умеренно-щелочных лейкогранитов. Тело, сложенное породами главной фазы, имеет зональное строение. Большая, внутренняя часть интрузии сложена биотит-роговообманковыми кварцевыми сиенитами, порфировидными, со среднезернистой (размерностью до 5 мм) основной массой. Апикальная зона, породы которой в современном эрозионном срезе наблюдаются в наиболее высокой части водораздела, сложена граносиенитами, отличающимися также меньшей размерностью зёрен основной массы (1 – 3 мм). Темноцветные минералы представлены зеленым авгитом и роговой обманкой, реже разложенным биотитом. Из акцессорных минералов в них встречается магнетит, апатит, циркон, сфен и рутил. Иногда отмечаются флюорит и сульфиды (пирит, халькопирит и молибденит). Краевая зона, приуроченная к боковым контактам массива, по минеральному составу большей частью не отличается от внутренней. Но на отдельных участках в ней отмечаются зёрна щелочных темноцветов, замещающих первичную роговую обманку. Это, по-видимому, связано с процессами эндоконтактового метасоматоза на границах интрузии с известковистыми породами, где характерен метасоматический вынос кремнезёма, вследствие чего происходит повышение общей щёлочности.

Экзоконтактовые изменения вмещающих пород проявились в их ороговиковании, аргиллизации, мраморизации, березитизации, скарнировании, иногда фельдшпатизации на значительном (до 1,5 км) расстоянии.

Породы столбовского сиенит-граносиенитового комплекса принадлежат к умеренно-щелочному подотряду калиево-натриевой серии (при преобладании Na).

Позднеордовикский возраст столбовского комплекса определяется как по прорыву комагматичных эффузивов имирской свиты, так и на основании имеющихся радиоизотопных датировок: для Столбовского массива – U-Pb 449±3 и 451 млн лет, K-Ar 469 млн лет (Рублев и др., 1995).

В Столбовском массиве установлены проявления флюорита и молибденита. Сиениты Столбовской интрузии (Моховское месторождение) широко применяются как облицовочный камень для внешней и внутренней отделки зданий в г. Красноярске, изготовления памятников, дорожных бордюров, лестниц.

Раннедевонские интрузии

Раннедевонские интрузии весьма разнообразны по составу и далеко не в полной мере изучены. Дайки разнообразного состава – от долеритов до граносиенит-порфиров и риолитов пользуются широким распространением среди отложений нижнего и среднего палеозоя.

Черносопкинский комплекс ($D_1čr$). Включает породы петротипического массива горы Чёрная сопка и многочисленные дайки трахидолеритов и долеритов среди образований карымовской свиты раннего девона (см. рис. 111, 112). Гора Чёрная Сопка отлично видна из многих районов Красноярска, являясь одной из самых высоких вершин в окрестностях Красноярска.. Абсолютная высота горы – 691 м. Она находится в 8 км к юго-востоку от г. Красноярска в Березовском административном районе, в области сочленения северо-западной оконечности Восточного Саяна с Рыбинской впадиной

Впервые массив горы Чёрная Сопка описан Ю. А. Кузнецовым в 1932 г. Он выделил генетический ряд слагающих его пород от трахидолеритов до тингуаитов, считая их дифференциатами единого магматического очага и отождествляя их с таковыми, развитыми в районе Кузбасса, возраст которых считается пермо-карбоновым. Такой же точки зрения придерживался и С. И. Макаров (1968). Позднее был установлен раннедевонский возраст интрузии (Парначев и др., 2002).

Чёрная сопка представляет собой хорошо отпрепарированную в рельефе субвулканическую интрузию. По форме это шток диаметром 1,2 – 1,5 км, имеющий кольцевое строение. Центральная его часть сложена щелочными оливиновыми долеритами и эссекситами, а периферия – тингуаитами; причем последние выполняют кольцевой разлом, возникший после становления интрузии долеритов. Об этом свидетельствует и результаты наблюдения за трещинной тектоникой, наличие жил щелочных сиенит-порфиров в долеритах и приконтактовые изменения последних.

Шток щелочных долеритов и эссекситов наклонен к северу, подтверждением чему является ориентировка вкрапленников плагиоклаза в в порфировых разностях этих пород. Об этом же говорит и ассиметричное расположение щелочных долеритов и эссекситов относительно вершины г. Чёрная Сопка. Если на юге их распространение ограничивается горизонталью, проведенной через 680 м над уровнем моря, то на севере – горизонталью, проведенной через 550 м. Нефелиновые сиениты залегающие среди граувакковых песчаников тюбильской свиты, известны лишь в одном выходе – в 3,5 км к западу от г. Чёрная Сопка.

Структуры щелочных долеритов и эссекситов порфировидные тонко-, мелко-и среднезернистые. Микроструктура основной массы – габбро-офитовая. Текстуры массивные, а в краевых частях интрузии – трахитоидные, субпараллельные контактам. Состав щелочных долеритов: плагиоклаз (андезин-лабрадор) – 58 – 66 %; пироксен – 11 – 15 %; оливин (гортонолит f = 0,6 – 0,66) – 4 – 10 %; анальцим – 8 – 13 %, биотит (красно-коричневый, f = 0,4 – 0,5) – 1 – 4 %; иногда в интерстициях наблюдаются отдельные зерна микропертита (анортоклаз).

Окраска тингуаитов зеленовато-серая, красновато-бурая, розовато-серая, для них характерна плитчатая отдельность. Структура порфировидная, вкрапленники представлены длиннопризматическими кристаллами альбит-олигоклаза и нефелина. Микроструктуры гипидиоморфнозернистая и оцеляровая (глазковая), обусловленная формированием "защитной рубашки" вокруг зерен нефелина из мелких игольчатых кристаллов эгирина и арфведсонита.

Минеральный состав щелочных сиенит-порфиров 2 фазы: порфировые вкрапленники (до 30 %) размером до 6 – 8 мм представлены таблитчатыми фенокристаллами K-Na полевого шпата, реже - темно-зеленого эгирин-авгита (3 – 4 мм) и изометричными выделениями нефелина (2 – 3 мм). Основная масса состоит из дугообразных субпараллельных микролитов интенсивно пелитизированного и лимонитизированного щелочного полевого шпата, между которыми «зажаты» мелкие ксеноморфные зерна эгирин-авгита. Участки сложены агрегатом свежего лейстовидного альбита. Нефелинсодержащие и фельдшпатоидсодержащие сиенит-порфиры: альбит, калишпат, шпреуштейнизированный нефелин (или анальцим) – до 10 – 15 %, эгирин и арфведсонит – до 10 – 15 %, цеолиты. Часто зерна нефелина бронируются призматическими зернами щелочного амфибола и игольчатыми спутанно-волокнистыми агрегатами эгирина. Акцессорные минералы: титаномагнетит, фторапатит, пирит, пирротин. Иногда в породах массива наблюдаются прожилки флюорита.

Нефелин-полевошпатовые породы могут быть перспективны как декоративно-облицовочный материал. Возраст массива г. Чёрная Сопка является раннедевонским, что подтверждается как его комагматичностью трахидолеритам карымовской свиты раннего девона, так и определениями радиоизотопного возраста пород Ar-Ar методом – 402 – 406 млн лет.

Дайки основного состава (долериты, трахидолериты), также относимые к черносопкинскому комлексу, по-видимому, являются производными раннедевонского магматизма повышенной щелочности, проявившегося в пределах Рыбинской впадины, и комагматами эффузивов карымовской свиты.

Эти дайки преимущественно развиты в юго-восточной части площади. Причем дайки трахидолеритов нередко встречаются непосредственно среди образований карымовской свиты. Морфология их разнообразна. Протяжённость – от 200 – 250 до 2500 м. Преобладающее простирание северо-западное, реже – северо-восточное. Долериты и трахидолериты, слагающие дайки, отличаются свежим обликом, имеют тёмно-серую и черную окраску, чаще всего обладают порфировидной структурой с тонкозернистой основной

массой. В составе порфировых вкрапленников преобладают основной плагиоклаз (лабрадор), оливин и клинопироксен. В составе основной массы присутствуют основные плагиоклазы, пироксены, оливин, иногда биотит, магнетит и апатит. Нередко породы комплекса обогащены тонкодисперсным магнетитом и поэтому отличаются повышенной магнитностью.

3.6. ТЕКТОНИКА

В сложении геологической структуры района г. Красноярска отчётливо выделяется три структурных этажа (рис. 120). Нижний, складчатый структурный этаж сложен образованиями позднего докембрия и нижнего-среднего кембрия. Средний, переходный структурный, формирующий наложенные впадины, выполнен вулканогенными и осадочными породами среднего-верхнего ордовика, девона и нижнего карбона. Наконец верхний, платформенный структурный этаж представлен полого залегающими отложениями мезозоя.

Нижний структурный этаж ($RF_3 – €_2$) характеризуется сложной дислоцированностью слагающих его пород. Формирование их происходило в условиях открытого океанического бассейна и активной континентальной окраины тихоокеанского типа (обстановка окраинного моря). Они в большей своей части смяты в напряжённые складки, преимущественно линейные, и разбиты многочисленными разломами. В составе этажа представлены два структурных яруса – верхнерифейский и венд-среднекембрийский.

Верхнерифейский структурный ярус представлен формациями альпинотипных гипербазитов (акшепский комплекс), метапсаммитово-кремнисто-углеродистосланцевой с элементами карбонатной (урманская свита), метакарбонатной с элементами углеродисто-кремниястой (манская свита) и метапикробазальт-метабазальт- метатрахибазальтовой (бахтинская свита).

На рассматриваемой территории формации этого структурного яруса в основном развиты в виде тектонических клиньев в пределах Лалетинско-Устьбазаихской зоны разломов. Образования формации альпинотипных гипербазитов, кроме того, встречаются вдоль других субвертикальных разломов северо-восточного простирания, формируя линзовидные протрузии. Взаимоотношения пород, слагающих данный структурный ярус, с формациями венд-среднекембрийского структурного яруса в окрестностях г. Красноярска исключительно тектонические. Залегание вендских отложений на породах кувайской серии верхнего рифея с размывом и угловым несогласием, на чём и основано отнесение этих образований к разным структурным ярусам, устанавливается далеко за пределами рассматриваемой нами территории.

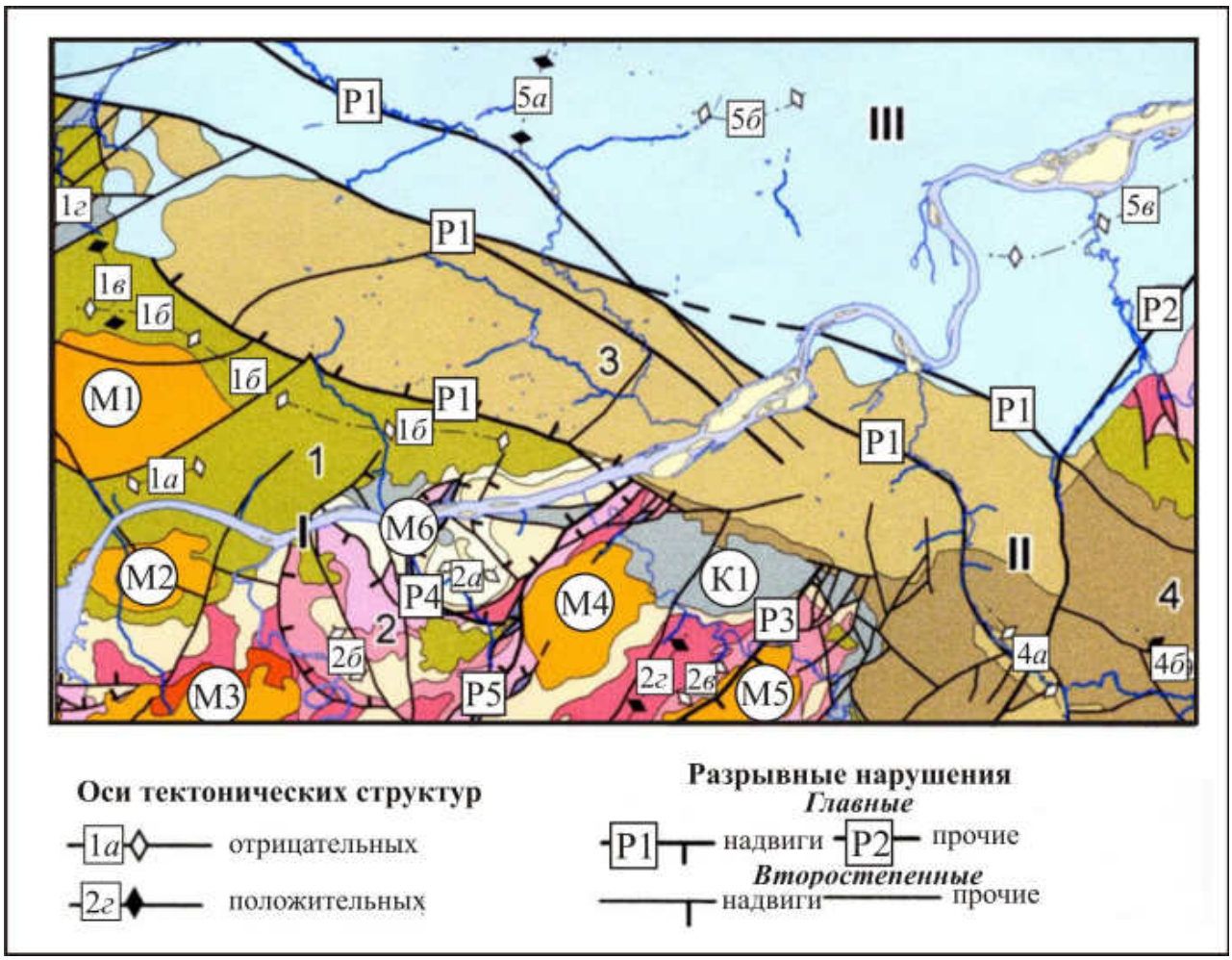


Рис. 120. Тектоническая схема окрестностей г. Красноярска. Составил Г. В. Миронюк по материалам Е. И. Берзона и др. (2001) и Л. К. Качевского и др. (2009):

Алтае-Саянская складчатая область: I – Красноярское поднятие: 1 – Качинско-Лиственская вулканогенная депрессия: 1 *а* – Малолиственская синклиналь; 1 *б* – Караульнинская синклиналь; 1 *в* – Щебзаводская синклиналь; 1 *г* – Качинский горст. 2 – Дербинский антиклинорий (Кулюкский блок): 2 *а* – Слизневская брахисинклиналь; 2 *б* – Малослизневская синклиналь; 2 *в* – Намуртская синклиналь; 2 *г* – Намуртская антиклиналь. II – Рыбинская впадина: 3 – Красноярская моноклиналь; 4 – Балайская синклинальная зона: 4 *а* – Жерновская синклиналь; 4 *б* – Сорокинская антиклиналь.

Западно-Сибирская плита: III – Чулымо-Енисейский прогиб. Приенисейская впадина: 5 *а* – Арейско-Шилинский вал; 5 *б* – Бадалыкская мульда; 5 *в* – Есауловская мульда.

Интрузивные и протрузивные массивы: М1 – Лиственский; М2 – Шумихинский; М3 – Кулюкский; М4 – Столбовский; М5 –Абатакский; М6 – Слизневский. Карбонатные массивы: К1 – Торгашинский рифогенный.

Разломы и их номера: Р1 – Канско-Агульский (Ийско-Канский); Р2 – Батойский; Р3 – Крольский; Р4 – Слизневский; Р5 – Сосновский

В качестве специфической черты пород верхнерифейского структурного яруса следует отметить то, что они, в основной своей части, подверглись слабому региональному метаморфизму, уровень которого отвечает самым низам зеленосланцевой фации,

Венд-среднекембрийский структурный ярус сложен исключительно осадочными породами, накопление которых в целом характерно для обстановок окраинных морей. Здесь преобладают карбонатные формации (известняково-доломитовая, алеврито-известняковая, известняковая рифовая); присутствуют также отложения флишевой формации (тюбильская свита).

Формациями данного яруса сложен основной объём образований нижнего структурного этажа в ближайших окрестностях г. Красноярска. Осадочные породы яруса на обширных пространствах смяты в напряжённые линейные складки, часто опрокинутые, разбиты многочисленными разрывными нарушениями взбросо-надвигового характера. В результате многочисленны случаи неоднократного суммирования одних и тех же фрагментов разреза. Наиболее типично наблюдаемое на многих участках погружение осей опрокинутых складок и сместителей разломов под средними (30-50°) углами в ЗЮЗ направлении, что соответствует надвиговым движениям с ЮЗ на СВ. Наблюдать складки и разрывные нарушения такой ориентировки можно юго-западнее Академгородка, по спуску вдоль Монастырской дороги, и в приустьевой части р. Калтат. Самой крупной складчатой структурой, сложенной образованиями рассматриваемого подъяруса, является расположенная на правобережье р. Енисея *Большеслизневская синклиналь*. Ось этой синклинали ориентирована субмеридионально. Её ядро выполнено карбонатными породами овсянковской свиты, а крылья – терригенными отложениями тюбильской свиты.

Особо по характеру залегания кембрийских отложений выделяется Торгашинский структурный блок, расположенный на правобережье р. Базаиха. Здесь не характерны напряжённые линейные складки и проявления надвиговой тектоники. Здесь породы собраны в серию пологих невыдержанных складок, с углами падения 25 – 60°. Нередко это моноклинально падающие слабоволнистые слои, осложненные флексурообразными перегибами. Можно предполагать, что этот блок в эпоху складчатости играл роль автохтона, по отношению к которому остальные блоки нижнего структурного этажа подвергались надвиговым перемещениям.

Средний структурный этаж (O_{2-3} – C_1) представлен осадочными и вулканогенными образованиями ордовика и среднего палеозоя, выполняющими отдельные впадины, с резко выраженным структурным несогласием наложенные на сложнодислоцированный складчатый комплекс нижнего структурного этажа. Формирование этих впадин протекало на молодой коре континентального типа в обстановке тыловой части активной континентальной окраины. В его рамках могут быть выделены два подэтажа, характеризующихся сходством тектонических структур и, отчасти, геологических формаций, но отвечающим двум различным этапам тектонической активизации – средне-верхнеордовикский и девонско-нижнекаменноугольный.

Средне-верхнеордовикский подэтаж (O_{2-3}). Образования этого подзтажа представлены исключительно магматическими породами – вулканитами трахибазальт-трахит-трахириолитовой формации (относимыми к имирской свите или к дивногорской толще O_{2-3}). Они выполняют Качинско-Шумихинскую вулканно-тектоническую депрессию, расположенную преимущественно на левобережье Енисея западнее г. Красноярска. Это пологая впадина, в современном срезе протягивающаяся примерно на 50 км в широтном направлении (от г. Красноярска к г. Дивногорску и западнее), шириной до 30 км. Выполняющие депрессию лавовые потоки и прослои туфов полого (под углами до 30 – 35°) погружаются от краёв депрессии в северном направлении, где они с несогласием перекрываются более молодыми отложениями (девонскими или юрскими). С этим же этапом тектонического развития связано формирование крупных лакколитообразных интрузий сиенит-граносиенитовой формации (столбовской комплекс), развитых частью в пределах самой Качинско-Шумихинской депрессии, частью – в структурах её складчатого обрамления (среди образований нижнего структурного этажа).

Девонско-нижнекаменноугольный подэтаж (D_1 – C_1). Его породами выполнена Рыбинская впадина, открывающаяся от г. Красноярска в восточном и юго-восточном направлениях. Нижнедевонские образования этого подэтажа представлены сочетанием молассовой и трахибазальт-трахит-трахириолитовой формаций, совместно формирующих карымовскую свиту. Вышележащие отложения представлены преимущественно образованиями континентальной терригенной красноцветной формации с элементами карбонатной, а также терригенно-телепирокластической формацией (красногорьевская свита нижнего карбона). В структуре подэтажа выделяется несколько структурных ярусов: нижнедевонский (карымовская свита), средне-верхнедевонский (павловская и кунгусская свиты) и нижнекаменноугольный (чаргинская и красногорьевская свиты). Границами между структурными ярусами являются хорошо выраженные поверхности размыва, к которым также приурочены угловые несогласия.

Основными структурными элементами данного подэтажа в районе г. Красноярска являются Красноярская моноклиналь и Жерновская синклиналь. Красноярская моноклиналь протягивается от северо-западных пригородов города в юго-восточном направлении. В её пределах наблюдается устойчивое моноклинальное падение девонских и каменноугольных отложений в северо-восточном направлении под углами до 20°. Жерновская (Берёзовская синклиналь) сменяет Красноярскую моноклиналь в ЮВ направлении. Это брахиформная складка, расположенная в долине р. Берёзовки в районе станции Зыково и платформы Петряшино. Сложена она породами различных пачек карымовской свиты. Ось складки ориентирована субмеридианально; шарнир полого погружается в ююв направлении. Падения пластов в югозападном крыле – 15 – 30°, и 30 – 55° – в северо-восточном.

Верхний структурный этаж (J) на рассматриваемой территории целиком сформирован отложениями юрской системы. Они принадлежат к угленосной лимнической формации и выполняют систему впадин Канско-

Ачинского буроугольного бассейна, протягивающихся субширотной полосой вдоль северной периферии Алтае-Саянской складчатой области. Образования этого этажа залегают с резким структурным несогласием на всех подстилающих отложениях. В краевых частях впадин иногда наблюдается их прилегание к более древним образованиям. Характерно очень пологое залегание – углы падения обычно не превышают 5°. Лишь в краевых частях, вблизи разломов и в редких флексурных перегибах они могут увеличиваться до первых десятков градусов.

Юрские отложения района г. Красноярска принадлежат одной из впадин Канско-Ачинского бассейна – Чулымо-Енисейской. В её пределах на территории города и его окрестностей выделяются две пологие мульды – Бадалыкская и Есауловская, а также меридионально ориентированный Арейско-Шилинский вал, ограничивающий Бадалыкскую мульду с запада.

3.7. ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Геологическое развитие района начинается в позднем рифее на коре океанического типа. Формирование океанического основания явилось результатом раскола суперконтинента, называемого в геологической литературе Пангея-I (или Родиния). Этот единый материк, существовавший в раннем рифее, в среднем рифее начал подвергаться дроблению, а в начале позднего рифея раскололся на ряд более мелких континентальных блоков, между которыми началось раскрытие новых океанических впадин. Один из них – Палеоазиатский океан – отделил Сибирский континент, в основном отвечающий территории современной Сибирской платформы, от ряда других континентальных блоков. Выходы древних, дорифейских метаморфических пород, слагавших в это время окраину Сибирского континента, можно сейчас наблюдать к северо-востоку от Красноярска, где ими сложены структуры южной, Ангаро-Канской части Енисейского кряжа.

Фрагменты основания океанической литосферы, сформированного при раскрытии Палеоазиатского океана, представлены в современной складчатой структуре нижнего структурного этажа в виде тектонических клиньев и протрузий гипербазитов акшепского комплекса и иногда ассоциирующих с ними габброидов.

Далее на протяжении позднего рифея на этом основании накапливались донные океанические осадки песчано-глинистого и карбонатного состава, которыми сложены урманская и манская свиты. Накопление осадков нередко протекало в застойных условиях, о чём свидетельствуют характерная для манских известняков тёмно-серая, до чёрной окраска, обусловленная высоким содержанием неразложившегося органического вещества.

В конце позднего рифея вдоль границы между Сибирским материком и Палеоазиатским океаном начинаются процессы субдукции – погружения океанической плиты под континентальную. Существовавшая ранее пассивная континентальная окраина превращается в тектонически активную. Породы погружающейся плиты нагреваются, подвергаются частичному плавле-

нию, что вызывает масштабные проявления базальтового и андезибазальтового вулканизма. В результате в краевой части океана появляется островная дуга – цепочка островов вулканического происхождения. Сформировавшие их вулканические породы слагают в настоящее время самую верхнюю часть разреза рифея в районе г. Красноярска – бахтинскую свиту.

В результате тектонических движений приблизительно на рубеже рифея и венда позднерифейская островная дуга причленяется к континенту. При этом океанические и островодужные формации урманской, манской и бахтинской свит сминаются в линейные складки, частично подвергаются зеленосланцевому метаморфизму. Результатом складчатости является наблюдаемое несогласие между рифейскими и вендскими отложениями, а вызванного складчатыми деформациями общего поднятия – перерыв в осадконакоплении.

В вендском периоде после непродолжительной стабилизации продолжается развитие территории в режиме активной континентальной окраины. Здесь формируется котловина окраинного моря. Район Красноярска располагается в краевой части этой котловины, на её границе с материком. Здесь возникает обстановка относительно крутого подводного склона, по которому спускаются придонные суспензионные (мутьевые) потоки. Они переносят взвешенный в воде мелкий обломочный материал песчаной, алевритовой и глинистой размерности. При осаждении его происходит сортировка. Когда суспензионный поток прекращает своё движение, вначале выпадает в осадок наиболее грубый песчаный материал (иногда с примесью гравийного и галечного). Затем, с постепенным переходом – всё более и более тонкий, вплоть до глинистого. В результате накапливаются турбидиты. Это своеобразные по строению ритмичнослоистые осадки, в которых основание каждого ритма сложено грубо- или крупнозернистым песчаником, который выше по разрезу постепенно переходит в мелкозернистый песчаник, алевролит, и, наконец, аргиллит, а выше, с резкой границей, вновь залегает основание нового ритма, опять начинающегося относительно грубым материалом. Перенос и отложение обломочного материала суспензионными потоками протекает с очень высокими скоростями (так называемая лавинная седиментация), и в итоге за геологически короткий промежуток времени накапливаются мощные толщи осадков. Именно таким путём в вендское время в районе г. Красноярска была сформирована толща турбидитовых отложений тюбильской свиты.

Пока в течение позднего венда продолжалось накопление турбидитов, климат постепенно менялся с относительно прохладного на более тёплый. В мелкой части моря началось накопление карбонатных илов, материал которых также вовлекался в процессы переноса суспензионными потоками. Поэтому формирование турбидитов песчано-алеврито-аргиллитового состава постепенно сменяется накоплением известковистых турбидитов, в которых верхние части ритмов представлены уже не аргиллитом, а глинистым известняком. Такими осадками сложена основная часть разреза верхнетюбильской подсвиты.

Масштабные процессы накопления турбидитов в нижней части прилегавшего к материку подводного склона приводят к заполнению осадком этой части водоёма и образованию выположенной подводной террасы. К рубежу венда – кембрия массовый сход суспензионных потоков прекращается. Параллельно с этим резко уменьшается привнос обломочного (песчаного и алевритового) материала, что, по-видимому, связано с выравниванием рельефа в прилегающей части суши. Как следствие, самая верхняя часть разреза тюбильской свиты сложена уже в основном карбонатными отложениями, с небольшой примесью песчано-глинистого материала (хотя и сохраняющими пока элементы ритмичной слоистости). Седиментация идёт в спокойной обстановке, в условиях слабого доступа кислорода. Об этом свидетельствует сильное сероводородное заражение известняков (они на свежем сколе сильно пахнут сероводородом) и их высокая битуминозность.

На протяжении томмотского века рассматриваемая часть бассейна окраинного моря становится ещё более мелководной. Продолжается накопление карбонатных осадков. На отдельных участках преобладает накопление доломитов, что можно объяснить образованием слабо связанных с основной частью моря полузамкнутых бассейнов, для которых в условиях сухого и жаркого климата была свойственно повышенная солёность. Широкое распространение на мелководье приобретают древнейшие скелетные организмы, остатки которых известны под названием «мелкораковинная фауна»; появляются первые археоциаты.

В атдабанском веке раннего кембрия по всей мелководной части морского бассейна начинаются масштабные процессы рифообразования. Рифостроителями были археоциаты – примитивные колониальные многоклеточные, обитавшие на тёплом мелководье. В симбиозе с известковыми водорослями они создавали органогенные постройки – биогермы и биостромы. Совокупность большого числа таких построек формирует крупные карбонатные массивы. Одним из них и является Торгашинский риф, породы которого почти целиком слагают одноимённый хребет на южной окраине Красноярска.

На рубеже раннего и среднего кембрия археоциаты вымирают, и формирование рифов прекращается. В краевой части сохраняющегося морского бассейна идёт накопление доломитов шахматовской свиты среднего кембрия.

Конец кембрия – время проявления раннекаледонской (салаирской) складчатости, явившейся главной фазой складчатости на большей части центральных районов Алтае-Саянской области. В это время субдукционный этап развития активной континентальной окраины вновь, как и в конце рифея, сменяется здесь коллизионным. В результате тектонических движений островная дуга приближается к континенту, бассейн окраинного моря подвергается сжатию и закрывается, а накопившиеся в нём отложения испытывают интенсивные складчатые и разрывные деформации. Совместно с ними повторно вовлекаются в складчатость и породы верхнего рифея. Мощность земной коры в результате складчатости резко увеличивается. На глубине осадочные и вулканические породы подвергаются метаморфизму и гранитизации. В результате на месте краевой части океана формируется кора конти-

нентального типа, соответствующая территория испытывает общее поднятие и становится частью материка.

В ордовике территория развивается в режиме тыловой части активной континентальной окраины. Граница материка с океаном проходит уже значительно западнее; туда же смещается и зона наибольшей тектонической активности. А здесь, в тыловой зоне, новообразованная континентальная кора подвергается глубоким расколам, по которым внедряются глубинные магматические расплавы. В районе Красноярска магматическая деятельность этого этапа начинается со спокойных трещинных излияний базальтовых лав мантийного происхождения. Одновременно под воздействием идущего с этими расплавами теплового потока в нижних горизонтах земной коры появляются вторичные магматические очаги, в которых генерируются магмы среднего (трахитового), иногда умеренно-кислого состава (трахидацитовые, трахириолитовые). Трахитовый вулканизм начинается эксплозивными извержениями, в результате которых образуются пласты пепловых туфов, а продолжается излияниями трахитовых лав из вулканических аппаратов центрального типа. В дальнейшем первичные (мантийные) и вторичные (коровые) очаги продолжают действовать одновременно, в результате чего чередуются излияния лав различного состава.

При этом магматические расплавы среднего состава, отличающиеся от основных большей вязкостью, далеко не всегда достигают поверхности. Иногда они застывают на небольшой (первые сотни метров) глубине, формируя субвулканические интрузии сиенит-порфиров. Примером такой интрузии является лакколит горы Николаевская сопка. Здесь расплав при внедрении приподнимал перекрывающие породы, и теперь они слагают пологую складку, плавно окаймляющую эту интрузию с севера. Если же крупные порции расплава застывали на глубинах в несколько километров, формировались крупные интрузивные массивы сиенит-граносиенитового состава (Столбовский и другие). При внедрении этих интрузий вмещающие породы подвергались ороговикованию и мраморизации.

Активная магматическая деятельность в ордовике нередко сопровождалась проникновением термальных вод, с деятельностью которых связаны многочисленные проявления гидротермальной минерализации и метасоматических изменений – не только в самих вулканитах и интрузивных образованиях, но и в породах кембрия (в частности, преобразование части известняков на Торгашинском хребте в мраморные ониксы).

Силурийский период явился временем тектонической стабилизации. Территория развивалась в режиме пассивной континентальной окраины. В условиях тектонической стабильности шли процессы выравнивания рельефа и образования площадных кор выветривания. Продукты их размыва отлагались в прилегающем океаническом бассейне, краевая часть которого находилась на территории нынешнего Западного Саяна.

В раннем девоне территория вновь подвергается тектонической активизации, явившейся следствием столкновения (коллизии) Сибирского и Монгольского континентальных массивов. При этом территория по-прежнему ос-

таётся тыловой частью континентальной окраины, так как к западу продолжает сохраняться Палеоазиатский океан, остатки которого существуют до самого конца палеозоя.

В результате дифференцированных вертикальных движений формируются блоковые поднятия и разделяющие их межгорные впадины. Район Красноярска приурочен к краевой части Рыбинской впадины. Её формирование начинается накоплением терригенных осадков ассафьевской свиты на выровненной и размытой поверхности дислоцированных отложений нижнего палеозоя и докембрия. Отложения накапливались в наземной обстановке и представлены русловым и пойменным аллювием состав которого колеблется в диапазоне от алеврито-песчаного до крупногалечного. Характерна тенденция увеличения размерности обломочного материала вверх по разрезу, что свидетельствует об усилении процессов поднятия на сопредельных территориях. По берегам рек росли древнейшие наземные растения - проптеридофиты (риниофиты), отпечатки которых часто встречаются на поверхностях напластования в песчаниках и алевролитах.

Активизация тектонических движений сопровождается заложением глубоких разломов и новой вспышке наземного вулканизма. Формируются вулканические постройки центрального типа, сложенные чередованием лавовых потоков различного состава, на периферии которых продолжается накопление грубообломочных отложений. Расплавы, застывающие в подводящих каналах, формируют субвулканические некки и дайки, выделяемые в черносопкинский комплекс.

К концу раннего девона вулканическая и тектоническая активность затухает. Рельеф постепенно сглаживается. Территория превращается в слаборасчленённую равнину, на которой накапливаются аллювиальные и озёрные отложения песчано-алевритового состава.

Далее впадины, заложившиеся в раннем девоне, испытывают вертикальные колебательные движения, представляющие собой отголоски более активных тектонических процессов, протекающих на континентальной окраине, в пределах современных структур Алтая и Салаира.

В среднем девоне Рыбинская впадина испытывает медленное, но устойчивое прогибание. На протяжении павловского времени в основном сохраняется обстановка аллювиальной равнины, с отдельными эпизодами морских трансгрессий, проникающих с юго-запада, со стороны сохраняющегося Палеоазиатского океана. Эти моменты фиксируются в разрезе появлением прослоев карбонатных отложений, накапливавшихся в прибрежной части тёплого мелкого моря с низменными берегами и лагун с повышенной солёностью.

К концу среднего девона море отступает, и на протяжении всего позднего девона (кунгусское время) существует обстановка озёрно-аллювиальной равнины. Преобладают процессы накопления тонких, преимущественно алеврито-глинистых осадков, что свидетельствует об очень слабой расчленённости рельефа. На этой внутриконтинентальной равнине имелись как

пресноводные водоёмы, так и озёра с повышенной солёностью. В последних накапливались известковистые илы и гипсы.

Климат района на протяжении всего девонского периода был жарким и засушливым. Об этом свидетельствуют характерные преимущественно красноцветные окраски пород, наличие засолонённых лагун и солёных озёр, распространение вторично обизвесткованных горизонтов, формирующихся в результате проявления выветривания в аридной обстановке.

В раннем карбоне процессы осадконакопления в Рыбинской впадине по-прежнему протекают в обстановке озёрно-аллювиальной равнины, на которую изредка проникают воды мелкого моря. Характерными являются многочисленные местные перерывы в седиментации, случаи размыва только что сформированных пород и переотложения их слабо окатанных обломков в перекрывающих слоях. Климат при этом постепенно меняется в сторону похолодания. Широкое распространение приобретает лепидодендроновая флора. При этом растительный комплекс беден в видовом отношении и, по мнению специалистов, представлен формами, которые были адаптированы к относительно холодным условиям. Отложения среднего-верхнего карбона и перми в окрестностях Красноярска не известны. На сопредельных территориях в это время продолжается развитие межгорных впадин, в которых в обстановке заболоченных прибрежных равнин накапливаются угленосные осадки. Широкое развитие болот является признаком влажного климата, а комплекс флоры, основу которого составляют остатки кордаитовых, характерен для относительно прохладных условий.

На рубеже перми и триаса завершается закрытие Палеоазиатского океана и формирование единого суперконтинента Пангея. Южные районы Красноярского края, долгое время бывшие тыловой частью континентальной окраины, теперь оказываются во внутренней части крупного материка. Наступает платформенный этап развития территории. В триасовом периоде во многих районах новообразованного континента активно проявляются процессы рифтогенеза, сопровождавшиеся вспышками наземного траппового вулканизма. Их масштабные проявления известны и на сопредельных территориях Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты, а также в Кузбассе. В окрестностях Красноярска достоверных проявлений триасового магматизма не установлено. Но не исключено, что некоторые из известных на этой территории даек основного состава могут иметь раннетриасовый возраст.

Поздний триас и начало ранней юры – время очередной тектонической стабилизации. По всей южной Сибири формируется обширный пенеплен (поверхность выравнивания), формируются мощные площадные коры выветривания. Новая активизация движений происходит в синемюрском веке ранней юры и является отражением складчатых процессов в пределах Монголо-Охотского складчатого пояса, расположенного в Забайкалье. Территория Алтае-Саянской области в это время испытывает поднятие, а по её северной периферии образуется система предгорных впадин Канско-Ачинского угленосного бассейна. Здесь, на предгорных равнинах, накапливались мощные тол-

щи пресноводных континентальных отложений, в разрезе которых ритмически чередуются речные, озёрные и болотные фации. Густой растительный покров был представлен разнообразными формами гинкговых, беннеттитов, хвойных, папоротникообразных. Накапливаясь в торфяных болотах, их остатки формировали многочисленные угольные месторождения Канско-Ачинского бассейна.

В поздней юре развитие впадин Канско-Ачинского бассейна прекращается. На протяжении мела и палеогена для района характерна тектоническая стабильность и пенепленизация. В конце мела и в палеогене вновь формируются площадные коры выветривания. Обстановка аккумулятивной равнины, где продолжаются процессы накопления аллювия, озёрных и болотных отложений устойчиво сохраняется в сопредельных районах на территории Западно-Сибирской низменности и в Южно-Минусинской впадине.

Новый этап тектонической активизации, проявившийся по всей Центральной Азии, начинается в кайнозое. Здесь идёт формирование крупных горных систем. Связано это с коллизионными процессами на южной окраине Евразии – столкновением с ней смещавшегося на север Индийского субконтинента, одного из осколков южного материка Гондвана. Рост глыбовых горных поднятий, начавшись непосредственно в зоне столкновения, постепенно распространяется вширь, захватывая всё новые территории. На юге Сибири наиболее активные горообразовательные процессы протекают в плиоцен-четвертичное время. В результате на месте нескольких складчатых систем различного возраста была сформирована молодая Алтае-Саянская горная страна в её современном виде. В связи с формированием поднятий меняется общее направление речного стока – преобладающим становится северное направление. В конце плиоцена начинается формирование долины Енисея. В неоплейстоцене в горных районах появляются ледники. При этом чередуются эпохи развития горного оледенения и разделяющие их относительно тёплые межледниковья. Ледники, продвигавшиеся с севера, перегораживали сток Сибирских рек в океан, и в ледниковые эпохи по долинам рек формировались гигантские подпрудные озёра, доходившие до нынешнего района Красноярска. Непосредственно в районе Красноярска ледников не было. Эта местность располагалась в приледниковой зоне с суровым субарктическим климатом. Тем не менее именно в этих условиях в среднем неоплейстоцене начинается освоение долины Енисея первобытными охотниками. Несколько стоянок древнего человека обнаружены непосредственно на территории Красноярска и в его ближайших окрестностях.

Поднятие горных систем Алтая и Саян продолжается и в настоящее время, с чем связаны отмечающиеся в этих районах проявления сейсмической активности.

3.8. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

На площади известны месторождения строительных материалов и ряд проявлений других металлических и неметаллических полезных ископаемых.

Промышленный интерес в настоящее время могут представлять месторождения строительных материалов. Ниже кратко описаны наиболее значимые месторождения и проявления полезных ископаемых.

Флюсовые доломиты, известняки. На площади широко развиты карбонатные породы различных возрастных уровней, некоторые разновидности которых могут быть использованы в качестве металлургического, строительного, агрохимического и других видов сырья.

Месторождение Быковское представлено мощным пластом (16 м) доломитов в нижних горизонтах унгутской (караульненской) свиты. По химическому составу (SiO_2 – 0,53 %, Al_2O_3 – 0,53 %, Fe_2O_3 – 0,9 %, CaO –32,03 %, MgO – 19,69 %, SO_3 – 0,2 %, п.п.п. – 46,33 %) доломиты являются высококачественным флюсовым сырьем для металлургической промышленности и использовались на заводах г. Красноярска.

Строительные материалы. В связи с нахождением на территории листа городских агломераций Красноярска, здесь известен ряд месторождений разнообразных строительных материалов (цементное производство, изготовление кирпича, декоративно-облицовочное сырье). Большинство месторождений отработаны или законсервированы. Эксплуатируется в настоящее время только Торгашинское месторождение, сложенное известняками торгашинской свиты раннекембрийского возраста. Средние содержания окислов составляют: CaO – 52,94 %, SiO_2 – 1,35 %, MgO – 1,53 %. Известняки являются высококачественными и удовлетворяют требованиям, предъявляемым к флюсу и цементному сырью. Они также пригодны для производства минеральных кормов и удобрений. Месторождение служит базой для Красноярского цементного завода.

Мраморы *Базаихского месторождения* образовались в результате контактового метаморфизма карбонатных отложений торгашинской свиты с породами столбовского сиенит-граносиенитового комплекса. По физико-механическим и декоративным свойствам мраморы отвечают существующим требованиям для декоративно-облицовочного материала. Месторождение отрабатывалось, в настоящее время законсервировано в связи с нахождением его на территории Красноярского государственного природного заповедника «Столбы».

Моховское месторождение сиенитов приурочено к краевой зоне Столбовского интрузивного массива (столбовский сиенит-граносиенитовый комплекс). Сиениты по своим физико-механическим свойствам отвечают требованиям промышденности и использовались для получения облицовочных плит и бортового камня. Месторождение законсервировано, как находящееся на территории Красноярского государственного природного заповедника «Столбы».

Месторождения глинистых пород и песчано-гравийных материалов, находящиеся в черте г. Красноярска, в основном, отработаны до начала 70-х годов, в настоящее время добыча ведется в мелких карьерах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие включает в себя три крупных главы. Первая глава – методические рекомендации – содержит необходимую информацию по технике безопасности, методике ведения геологических маршрутов и документации и включает в себя рекомендации по составлению итогового отчета в конце учебной практики.

Вторая глава – путеводитель по учебным геологическим маршрутам, включает в себя 11 наиболее интересных геологических маршрутов. Достоинство их не только в геологической информативности, но и в том, что большинство из них легко доступны. Близость к городу, наличие густой и разветвлённой сети автомобильных и железных дорог, маршрутов городского и пригородного транспорта минимизируют расходы на проезд участников к местам проведения маршрутов и обратно в город. При этом основная часть заинтересованных лиц – студентов вузов, учащихся кружков и слушателей курсов дополнительного образования геологической направленности – проживает непосредственно в Красноярске, откуда и осуществляются все выезды. Следует учесть, что и иногородние специалисты – участники геологических совещаний и симпозиумов, а также туристы обычно проживают именно в краевом центре, откуда смогут совершать геологические походы с максимальной экономией времени

Разработанные учебнгые геологические маршруты охватывают почти весь стратиграфический интервал осадочных и вулканических толщ Красноярского антиклинория Восточного Саяна – от позднего рифея до каменноугольной системы, а также четвертичные отложения долины Енисея, в которых выявлен ряд археологических стоянок палеолита. В окрестностях Красноярска встречаются разнообразные горные породы – осадочные, магматические и метаморфические. Интересны и слагающие их минералы. Район интересен многообразными проявлениями эндогенных и экзогенных процессов, а также техногенной деятельностью человека. В окрестностях г. Красноярска разведаны и эксплуатируются месторождения многих нерудных полезных ископаемых. Маршрутные группы могут ознакомиться с действующими и закрытыми карьерами бордюрного и статуарного камня (сиенита), флюсового и цементного известняка, мрамора.

Третья глава посвящена геологическому строению г. Краснояска и его окрестностей. Она преставляет собой современную сводку, отражающую как важнейшие этапы истории геологического изучения региона, так и новейшие представления о стратиграфии, магматизме, тектонике и истории геологического развития района (с учетом изданных в последнее время и подготовленных к изданию Государственных геологических карт масштабов 1:200 000 (второе поколение) и 1:1 000 000 (третье поколение).

Авторы надеются, что данное пособие окажется полезным не только студентам и преподавателям геологических и экологических специальностей вузов, но и учителям средних общеобразовательных школ, а также широкому кругу читателей, интересующихся природой родного края.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

Опубликованная

1. Ананьев, С. А. Коллекционные конкреции на территории Красноярского края / Ананьев С. А., Ананьева Т. А., Бондина С. С. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Центральной Сибири. Материалы юбилейной науч.-практ. конференции, г. Красноярск. Красноярск: Изд-во ОАО «Красноярскгеолсъемка», 2010. – С. 181 – 185.

2. Баженов, И. К. Кембрий и протерозой Восточного Саяна в районе г. Красноярска / И. К. Баженов, М. П. Нагорский // Вестн. Зап.-Сиб. геол. тр. 1936, № 5.

3. Баженов, И. К. Геология района г. Красноярска / И. К. Баженов, М. П. Нагорский // Материалы по геол. Красноярск. Края. Изд-во ЗСГУ, 1937. – Вып. 1.

4. Баженов, И. К. / И. К. Баженов. Основные черты стратиграфии и тектоники района г. Красноярска // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1938. – № 1.

5. Батин, Ю.С. Геологическое строение цоколя высоких террас Енисея на полигоне ландшафтно-экологического мониторинга «Долгая грива» / Ю. С. Батин // География и геоэкология Сибири. Материалы всероссийской научной конференции, посвящённой Дню Земли и 100-летию Тунгусского феномена. Вып. 3. – Красноярск: КГПУ, 2008. – С. 212 – 216.

6. Богданович, К. И. О геологических исследованиях в 1893 г. вдоль Средне-Сибирской железной дороги / К. И. Богданович // Изв. Геолкома, т. XIII, вып. 8 – 9.

7. Богданович, К.И. Геологические исследования вдоль Сибирской железной дороги в 1893 г. Средне-Сибирская горная партия. Предварительный отчет // Горный журнал III, 1894, № 9 – 10.

8. Вологдин, А. Г. Геологический очерк района проектируемой Красноярской гидроустановки на р. Енисее / А. Г. Вологдин // Тр. ВГРО, 1933. Вып. 282.

9. Вологдин, А. Г. Район г. Красноярска / А. Г. Вологдин // Сибирская экскурсия XVII МГК, Красноярский край. 1937.

10. Геологическая карта СССР. Объяснительная записка. Масштаб 1:200 000. Серия Минусинская. Лист N-46-III / В. М. Чаиркин, Р. Ш. Залялеев; ред. А. А. Предтеченский. М.: Недра, 1962. – 82 с.

11. Геологическое строение Манского прогиба и положение в саяно-алтайских «байкалидах» / В. В. Хоментовский, В. Ю. Шенфиль, А. С. Гибшер и др. Новосибирск: Наука, 1978. – 224 с.

12. Горшков, С. П. К изучению террас р. Енисей на участке от г. Красноярска до устья Канна / С. П. Горшков // Материалы по геологии Красноярского края. – М: Госгеолтехиздат, 1960.

13. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Лист N-46(47). Объяснительная записка / В. В. Беззубцев, М. Л. Махлаев, В. Д. Зальцман и др. – СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 298 с.

14. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Минусинская. Лист O-46-XXXIII (Красноярск). Объяснительная записка / Е. И. Берзон, В. Е. Барсегян, Т. А. Шаталина и др. – М., 2001. – 143 с.

15. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист N-46 (Абакан). Объяснительная записка / В. В. Беззубцев, М. Л. Махлаев, В. Т. Кириченко, О. Ю. Перфилова и др.; ред. Ю. С. Глухов, А. К. Мкртычьян; гл. науч. ред. Е. П. Миронюк. – СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008. – 391 с. + 5 вкл.

16. Гофман Э. О золотых промыслах Восточной Сибири // Горный журнал. – 1844, Часть IV, Кн. 11 и 12.

17. Дятлова, И. Н. Палеонтологическая характеристика древних толщ залива Бирюса (Красноярское водохранилище) / И. Н. Дятлова, О. В. Сосновская // Геология и полезные ископаемые Красноярского края и Республики Хакасия. Вып. 6. – Красноярск: ФГУ ГП «Красноярскгеолсъёмка», 2003. – С.139 – 151.

18. Еленев, А. О бирюсинских и карауленских пещерах / А. Еленев // Памятная книга Енисейской губернии на 1890 г. – Красноярск, 1890.

19. Журавлева, И.Г. Возраст и условия образования археоциатовых известняков бассейна р. Енисея (р. Бирюса и р. Базаиха) / И. Г. Журавлева, А. Ю. Розанов // Геология и геофизика. – 1962. – № 3.

20. Задорожная, Н. М. Базаихский горизонт нижнего кембрия Сибири в стратотипе и новые данные о торгашинской свите / Н. М. Задорожная, М. Т. Журавлева, Л. Н. Репина // Геология и геофизика. – 1972. – № 3.

21. Задорожная, Н.М. Раннекембрийские органогенные постройки восточной части Алтае-Саянской складчатой области / Н. М. Задорожная // Среда и жизнь в геологическом прошлом (палеоэкологические проблемы). Новосибирск: Наука. 1974. – С. 159 – 186.

22. Златковский, В. К. Геогностические наблюдения в окрестностях г. Красноярска / В. К. Златковский // Тр. Сиб. об-ва естествоисытателей., 1885. – т. 14. – Вып. 2.

23. Зубаков, В.А. Плейстоценовые отложения долины р. Енисей на участке Красноярск – устье Ангары / В .А. Зубаков // Четвертичный период и его история. – М.: Наука, 1965.

24. Кириллов, М. В. Краткая характеристика истории формирования современных физико-географических условий в районе Красноярска / М. В. Кириллов // Уч. зап. Красноярск. гос. пед. ин-та. Красноярск: Изд-е КГПИ, 1957. – т. VIII.

25. Кириллов, М. В. Природа Красноярска и его окрестностей / М. В. Кириллов – Красноярск,1988.

26. Коптев, И. И. Новые данные о возрасте торгашинских известняков (р-н г. Красноярска) / И. И. Коптев // Геология и разведка. – Томск: Изд-е ТПИ, 1961. – № 4.

27. Крук Н. Н. “Девонотипный” магматизм Восточного Саяна (по данным U-Pb изотопных исследований) – Н. Н. Крук, Г. А. Бабин, А. Г. Владимиров и др. // Петрология магматических и метаморфических комплексов. – Томск, 2002. – Вып.3, Т. 1. – С. 189 – 193.

28. Кузнецов, Ю. А. Геология района г. Красноярска (Отчет о десятиверстовой геологической съемке 1929 г.) / Ю. А. Кузнецов // Изв. Зап.-Сиб. геол. – развед. треста, 1932. – т. II. – Вып. 2.

29. Кузнецов, Ю. А. Геологический очерк Красноярского края // Полезные ископ. Краснояр. Края. Новокузнецк: изд-е ЗСГУ, 1938.

30. Лаухин, С. А. Геология многослойной стоянки Лиственка / С. А. Лаухин // Палеолит Енисея. Лиственка. Красноярск: Изд-во «Универс», 2005. – С. 8 – 20.

31. Лысенко, Ю. Ф. Социально-экономическая география Красноярского края / Ю. Ф. Лысенко. – Красноярск: Изд-во «Универс», 1998. – 368 с.

32. Массив горы Чёрная Сопка – эталон черносопкинского сиенит-щелочно-габброидного комплекса (Восточный Саян) / В. П. Парначёв, Н. А. Макаренко, А. Э. Динер и др. – Красноярск: РИУ КНИИГиМС. – 2002.

33. Махлаев, М. Л. Коренные горные породы полигона ландшафтно-экологического мониторинга «Долгая грива» и их ландшафтообразующая роль / М. Л. Махлаев, О. Ю. Перфилова // География и геоэкология Сибири. Материалы Всеросс. конференции, посвящённой Дню Земли. Вып. 2., Красноярск: КГПУ, 2007. – С. 30 – 35.

34. Махлаев, М. Л. Проявления современных природных геологических процессов на полигоне ландшафтно-экологического мониторинга «Долгая грива» / М. Л. Махлаев, О. Ю. Перфилова, Ю. С. Батин // География и геоэкология Сибири: Материалы Всеросс. науч. конференции, посвящённой Дню Земли и 100-летию Тунгусского феномена. Вып. 3. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. – Красноярск, 2008. – С. 125 – 130.

35. Махлаев, М. Л. Четвертичные отложения полигона ландшафтно-экологического мониторинга «Долгая грива» / М. Л. Махлаев, О. Ю. Перфилова, О. М. Карнаухова // География, история и геоэкология Сибири. Материалы Всеросс. науч. конференции, посвящённой 75-летию образования Красноярского края. Вып. 4 / Красноярский гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. Т. 1. – Красноярск, 2009. – С. 94 – 98.

36. Методические указания по геологической съёмке масштаба 1:50 000. Вып. 14. Геологическая документация при геологосъёмочных и поисковых работах / А. И. Бурдэ, А. А. Высоцкий, А. Н. Олейников и др. – Л.: Недра, 1984. – 271 с.

37. Обручев, В. А. О торгашинском известняке и енисейской свите / В. А. Обручев // Горный вестник, 1917. – т. Ш. – № 1 – 6.

38. Обручев, В. А. Геология Сибири. Т. 1. Докембрий и древний палеозой / В. А. Обручев – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1935.

39. Обручев, В. А. История геологического исследования Сибири. Период второй – период пятый / В. А. Обручев. Л.: Изд-во АН СССР, 1933 – 1945.

40. Пак, К. Л. Позднекембрийские и раннекембрийские карбонатные отложения северо-запада Вост. Саяна и связанные с ними комплексы микрофитолитов / К. Л. Пак, А. А. Терлеев // Нов. данные по стратиграфии позднего докембрия. – Новосибирск: изд-во СНИИГГиМС, 1980.

41. Перфилова, О. Ю. Ордовикская вулкано-плутоническая ассоциация в структурах горного обрамления Минусинских впадин / О. Ю. Перфилова, М. Л. Махлаев, С. Д. Сидорас. – Литосфера, № 3. – 2004. – с. 137 – 152.

42. Перфилова О.Ю. Ордовикские образования в структурах обрамления Южно-Минусинской впадины / О. Ю. Перфилова, А. Н. Федотов, С. Д. Сидорас // Вестник ТГУ. – 2003, №3 (I). – С.133 – 135.

43. Перфилова, О. Ю., Ордовикская вулканно-плутоническая ассоциация Качинско-Шумихинской депрессии / О. Ю. Перфилова, М. Л. Махлаев // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Центральной Сибири. Материалы юбилейной науч.-практ. конференции, г. Красноярск, 25-26 марта 2010 г. – Красноярск, 2010. – С. 240 – 246.

44. Правила безопасности при геологоразведочных работах. – М.: Недра, 1979. – 249 с.

45. Предтеченский, А. А. Разрез позднего палеозоя района г. Красноярска / А. А. Предтеченский // Пробл. сов. геол., 1937. – № 7.

46. Предтеченский, А. А. Основные черты геологического развития Восточного Саяна в докембрии и кембрии. / А. А. Предтеченский. – Новосибирск: Наука, 1967.

47. Рагозин, Л. А. Некоторые задачи изучения четвертичных отложений Красноярского хребта / Л. А. Рагозин // Материалы по геологии и полезным ископаемым Красноярского края, 1961, Вып. 1.

48. Радугин, К. В. Кембрий Красноярского кряжа / К. В. Радугин // Вопросы геологии Азии. – М.: АН СССР, 1954. – С. 332 – 342.

49. Радугин, К. В. Об отношении торгашинского известняка к древним толщам Красноярского кряжа / К. В. Радугин, А. Ф. Белоусов // Тр. ГГИ Зап.-Сиб. фил. АН СССР, 1956. – Вып. 17.

50. Рихванов Л.П, Изотопное датирование рудно-магматических систем центральной части Алтае-Саянской складчатой области / Л. П. Рихванов, В.В. Ершов, Г.С. Плюснин // Изотопное датирование эндогенных рудных формаций. Киев, 1990. – С.137-140.

51. Репина, Л. Н. Комплексы трилобитов нижнего и среднего кембрия западной части Восточного Саяна // Региональная стратиграфия СССР, т. 4 – М.: Изд-во АН СССР, 1960, т.4.

52. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири. Ч. 1 (верхний докембрий и нижний палеозой). – Новосибирск, 1983. – 215 с.

53. Рублев, А. Г. Ордовикский магматизм Восточного Саяна, Минусы и Кузнецкого Алатау / А. Г. Рублёв, Ю. П. Шергина // Геология и полезные ис-

копаемые Красноярского края и республики Хакасия. – Красноярск, 1996. – № 3. – С. 58 – 63.

54. Сосновская, О. В. Палеонтологическое обоснование отложений томмотского яруса в окрестностях г. Красноярска / О. В. Сосновская, Л. В. Шуринова // Вест.ТГУ. Сер. «Науки о Земле». – Томск, 2003. – № 3 (11). – с. 184 – 186.

55. Терлеев, А. А. Новый комплекс микрофитолитов овсянковской свиты Манского прогиба (Восточный Саян) / А. А. Терлеев // Геология и геофизика, 1980. – № 8.

56. Терлеев, А. А. Стратиграфия и микрофитолиты, известковые водоросли позднедокембрийских-раннекембрийских отложений северо-западной части Восточного Саяна / А. А. Терлеев / Автореф. дис. … канд. геол.-мин. наук / ИГиГ СО АН СССР – Новосибирск, 1984. – 16 с.

57. Терлеев, А. А. Устькундатский горизонт нижнего кембрия в стратотипической местности овсянковской свиты (Восточный Саян) / А. А. Терлеев, А. А. Постников, К. Л. Пак // Проблемы стратиграфии и региональной геологии Сибири. – Новосибирск: Наука, 2006. – С. 62-70.

58. Терлеев, А. А. Калтатская и торгашинская свиты нижнего кембрия (р. Базаиха, Восточный Саян) / А. А. Терлеев, Д. А. Токарев // Проблемы стратиграфии и региональной геологии Сибири. – Новосибирск: Наука, 2006. – С. 70-75.

59. Толь, Э. В. О распространении кембрийских и нижнесилурийских отложений в Сибири (предварительное сообщение) / Э. В. Толь // Зап. минерал. об-ва, 1895. Т. 33. – Вып. 1.

60. Хоментовский, В. В. Стратиграфия докембрийских и нижнекембрийских отложений западной части Восточного Саяна / В. В. Хоментовский, М. А. Семихатов, Л. Н. Репина // Региональная геология СССР. Т. 4. – М.: Изд-во АН СССР, 1960.

61. Хоментовский, В. В. Раннекаледонская моласса на северо-западе Восточного Саяна / В. В. Хоментовский, А. С. Гибшер // Новые данные по стратиграфии позднего докембрия запада Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. – Новосибирск: Изд-во ИГиГ СО АН СССР, 1980.

62. Чеха, В.П. Геология многослойной стоянки Лиственка / В. П. Чеха // Палеолит Енисея. Лиственка. – Красноярск: Изд-во «Универс», 2005. – С. 20 – 30.

63. Чураков, А. Н. Существует ли протерозой на юге Средней Сибири? / А. Н. Чураков // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1939. – № 1.

64. Чураков, А. Н. Протерозой северо-западной части Восточного Саяна / А. Н. Чураков // Тр. инст. геол. наук. – М.: Изд-во АН СССР, 1941. – Вып. 52. – № 16.

65. Шмидт, Ф. Б. О новых данных, касающихся возраста известняков, развитых у с. Торгашино близ Красноярска – Ф. Б. Шмидт // Тр. С.-Петерб. об-ва естествоиспытателей, 1903. – Т. 34. Вып. 1, прот. 3.

66. Цыкин, Р. А. Пещеры Красноярского края / Р. А. Цыкин, Ж. Л. Цыкина, М. Н. Добровольский. – Красноярск: кн. изд-во, 1974.

67. Цыкин, Р. А. Карст восточной части Алтае-Саянской складчатой области и связанные с ним полезные ископаемые / Р. А. Цыкин, Ж. Л. Цыкина – Новосибирск: Наука, 1978. – 104 с.

68. Цыкин, Р. А. Неотектонические деформации в районе Красноярской ГЭС / Р. А. Цыкин // Геология и полезные ископаемые Красноярского края и Республики Хакасия. Вып. 5. Красноярск: ФГУ ГП «Красноярскгеолсъёмка», 2000. – С. 151 – 154.

69. Цыкин, Р. А. Структурно-геологические особенности кембрийской карбонатной толщи Торгашинской площади / Р. А. Цыкин // Геология и полбезные ископаемые Красноярского края и Республики Хакасия, вып. 6. Красноярск: ФГУ ГП «Красноярскгеолсъёмка», 2003. – С. 192 – 196.

70. Цыкин, Р. А. Карстово-спелеологические участки и пещеры Красноярского края / Р. А. Цыкин. – Красноярск: РИЦ КНИИГиМС, 2004. – 44 с.

71. Ямских, А. Ф. Осадконакопление и террасообразование в речных долинах южной Сибири / А. Ф. Ямских. – Красноярск: 1993. – 226 с.

Фондовая

1. Беззубцев, В. В. Геологическое строение листа N-46-IV (отчет Нижне-Манской геологосъемочной партии) / В. В. Беззубцев, И. П. Жуйко – Красноярск, 1958.

2. Белый, В. Л. Геоморфология и инженерно-геологическая характеристика района г. Красноярска. (Отчет Березовской геологосъемочной партии по листам N-46-7-А, N-46-6-Б, О-46-138-Г, О-46-139-В), т. III / В. Л. Белый, А. С. Герасимова, В. С. Красилова. – М., 1962.

3. Владимиров, А. Н. Отчет Овсянковской партии о результатах геологической съемки за 1963 – 1964 гг. А. Н. Владимиров, Ю. Ф. Кутуков и др. – Красноярск, 1965.

4. Гавриченков, В. М. Геологическое строение и полезные ископаемые района г. Дивногорска листа N-46-5-А, Б, В, Г. Окончательный отчет Бирюсинской ГСП за 1962 – 1966 гг. / В. М. Гавриченков, А. П. Косоруков и др. – Красноярск, 1967.

5. Гусейнов, И. Ф.-ог. Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 на Дивногорской площади. Лист N-46-III (информационный отчет). И. Ф.-ог. Гусейнов. – Красноярск, 2002.

6. Любалинская, З. П. Записка к литолого-геологической карте и карте полезных ископаемых юга Красноярского края в масштабе 1:500000 / В. М. Любалинская, Д. М. Бондарева – Красноярск, 1975.

7. Макаров, С. И. Геологическое строение, гидрогеология, инженерно-геологическая характеристика и полезные ископаемые района г. Красноярска в пределах листов N-46-7-А, N-46-6-Б, О-138-В и Г, 139-В (окончательный отчет Березовской ПСП за 1959 – 1961 гг.) / С. И. Макаров, Л. И. Лаптев, Ю. С. Александровский. – Красноярск: ГСЭ, 1962.

8. Макаров, С. И. Геологическая карта масштаба 1:50 000. Серия Красноярская. Листы: О-46-138-Г, -46-139-В, N-46-7-А, -46-6-Б. Объяснительная записка. / С. И. Макаров, В. П. Богадица. – Красноярск: ГСЭ, 1968.

9. Махлаев, М. Л. Опорные рабочие легенды для геологических карт масштаба 1:50 000 Северо-Минусинской и Южно-Минусинской серий. Отчёт Палеонтолого-стратиграфической партии по теме: «Биостратиграфиграфическое изучение разрезов девонских и нижнекаменноугольных отложений Минусинского межгорного прогиба и разработка опорных легенд для геолсъёмки и карт масштаба 1:50 000». Отчёт ГП «Красноярскгеолсъёмка». / М. Л. Махлаев, Л. Н. Петерсон, А. Г. Дербан и др. – Красноярск, 1990.

10. Махлаев, М. Л. Легенда Государственной геологической карты масштаба 1:200 000. Серия Минусинская. / М. Л. Махлаев, В. В. Беззубцев. – Отчет ГП «Красноярскгеолсъемка». Красноярск, 1997.

11. Раевская, Л. Н. Обобщение биостратиграфических материалов и разработка опорной легенды для геологической съемки и геологической карты масштаба 1:50 000 восточной части Канско-Ачинского буроугольного бассейна. Отчёт ГП «Красноярскгеолсъёмка». / Л. Н. Раевская, Л. А. Сафронова, Т. А. Шаталина. – Красноярск, 1990.

12. Рублёв, А. Г. и др. Изотопно-геохронологическое изучение интрузивных образований Алтае-Саянской складчатой области в помощь среднемасштабному геологическому картированию. Отчёт по договору 01423429/266. / А. Г. Рублёв и др. – СПб: ВСЕГЕИ, 1995.

13. Сазонов, А. М. Отчет по программе «Разработка путеводителей горно-геологических маршрутов по центральным регионам Красноярского края». А. М. Сазонов, Р. А. Цыкин и др. – Красноярск: ГОУ ВПО «ГУЦМиЗ», 2005. – 144 с.

14. Сосновская, О. В. Отчет по теме: Совершенствование серийных легенд к Госгеолкартам-200/2 по территории горно-складчатых областей Красноярского края и Эвенкийского АО (Минусинская, Восточно-Саянская, Енисейская, Западно-Саянская, Тунгусская и Чунская серии) / О. В. Сосновская, С. Д. Сидорас и др. – Красноярск, 2002.

15. Хоментовский, В. В. Разработка стратиграфической схемы верхнего докембрия-нижнего кембрия западной части Манского прогиба и ее корреляция со схемой одновозрастных отложений восточной части этого региона. Отчетные документы по хоздоговору № 12-80. В. В. Хоментовский, А. С. Гибшер и др. – Красноярск: ПГО «Красноярскгеолсъемка», 1981.

Учебное издание

Сазонов Анатолий Максимович
Цыкин Ростислав Алексеевич
Ананьев Сергей Анатольевич
Перфилова Ольга Юрьевна
Махлаев Михаил Львович
Сосновская Ольга Владимировна

Путеводитель по учебным геологическим маршрутам в окрестностях г. Красноярска

Редактор И. Н. Байкина
Корректор
Компьютерная вёрстка
Подписано в печать … Печать плоская
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Усл. печ-я …
Тираж … Заказ

Библиотечно-издательский комплекс
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а