

Научная, профессиональная, учебная и педагогическая практика

УДК 528.9(235.32)(077)

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2024.3.152>

Геолого-геоморфологическая основа полевой учебной практики по геокартированию на Хамар-Дабане

С.Н. Коваленко, Н.Д. Найданов, А.М. Бондаренко, С.Д. Тугарёв, Е.А. Трубачева,
Г.М. Орлов, И.А. Богданова

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. В статье дана подробная характеристика геологических формаций южной части Хамар-Дабана Слюдянского района, представленных: геологическими формациями регионального и контактового метаморфизма, динамометаморфизма различных фаций, интрузивными и эффузивными породами, геоморфологическое описание ледниковых морфоскульптур палеоледников, а также описание содержания геокартировочной практики в течение четырех недель.

Ключевые слова: учебная полевая практика по геокартированию, хр. Хамар-Дабан, полевые работы, маршрут, точка наблюдения, привязка, обнажение, стратотип, образец, маркировка, дневник, региональный и контактовый метаморфизм, динамометаморфизм, фации метаморфизма, интрузивные, эффузивные и метаморфические породы, палеоледники, гляциальные морфоскульптуры.

Geological and Geomorphological Basis of Field Training Practice in Geomapping on Khamar-Daban

S.N. Kovalenko, N.D. Naidanov, A.M. Bondarenko, S.D. Tugarev, E.A. Trubacheva,
G.M. Orlov, I.A. Bogdanova

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Abstract. The article gives a detailed characterization of geological formations of the Southern part of Hamar-Daban of Slyudyanka district, represented by: geological formations of regional and contact metamorphism, dynamometamorphism of different facies, intrusive and effusive rocks, geomorphological description of glacial morphosculptures of paleo-glaciers, as well as a description of the content of geomapping practice during four weeks.

Keywords: educational field practice on geomapping, Khamar-Daban ridge, field work, route, observation point, georeferencing, outcrop, stratotype, sample, marking, diary, regional and contact metamorphism, dynamometamorphism, facies of metamorphism, intrusive, effusive and metamorphic rocks, paleoglaciers, glacial morphosculptures.

Введение

Учебная полевая практика по геокартированию является обязательным разделом к основным обязательным программам и представляет собой вид занятий, непосредственно

ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся по направлению «Геология, бакалавриат», профили «Геология» и «Геология, разработка месторождений нефти и газа».

Полевая практика призвана закрепить знания и навыки, полученные в период обучения студентов в аудитории на лекционных и практических занятиях.

Целями учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (по геологическому картированию) являются практическое закрепление и углубление теоретической подготовки по дисциплинам «Структурная геология» и

«Геологическое картирование», соотнесенные с общими целями ОПОП ВО, приобретение студентами практических навыков и компетенций в сфере профессиональной деятельности.

Задачи учебной практики по геологическому картированию были обоснованы и приведены в предыдущей статье по обзору всех полигонов практики доступных в регионе Южной Сибири (Коваленко и др., 2023, с. 133–136).



Рис. 1. Региональная схема положения Хамар-Дабанского полигона практики.

Fig. 1. Regional scheme of the position of the Khamar-Daban practice area.

В течение практики студенты совершают 15–17 маршрутов (70–80 погонных километров), подробно в масштабе 1 : 5 000 картируют четыре детальных участка с построением опорных разрезов. По ходу работ каждый студент описывает до 100 и более точек наблюдения, отбирает свыше 50 шт. рабочих штурфов и, как правило, один или два музейных образца; детально документирует 50–100 м разрезов; производит 50–70 зарисовок деталей строения геологических и геоморфологических объектов и делает 150 фотографий; замеряет свыше 100 структурных элементов и около 200 трещин. По собранному в маршрутах статистическому структурному материалу студенты в камеральные дни составляют геологические, геоморфологические карты (общую всего полигона и по каждому детальному участку), 5–7 сферограмм структурных элементов и тектонических трещин.

Результаты полевых наблюдений в маршрутах записываются каждым студентом в

личные дневники. Замеры структурных элементов горным компасом производятся одним – двумя студентами, которых по мере получения навыка правильных (безошибочных) замеров сменяет следующая пара студентов. Каждый замер контролируется преподавателем или студентом, твердо усвоившим работу с компасом. Итоги практики, согласно учебному плану, полностью отражаются при написании полевого отчета на 30 страницах.

Практика по геокатированию на геологическом факультете ИГУ в последние годы проводилась на различных естественных полигонах на Юге Восточной Сибири. Вот далеко не полный перечень практик и фамилии руководителей известные авторам: в районе пос. Шаманка на Иркутке (Т. М. Мельникова, А.Т. Корольков); с. Мурзино в Кабанском районе Бурятии (С.П. Летунов, С.Н. Коваленко); пос. Куртун (Т.М. Мельникова, Фон дер Флаас, С.Н. Коваленко); долина р. Олха в Иркутском районе (П.И. Шамес, А.И.

Белоголов, С.Н. Кудрин); на Байкале в районе г. Слюдянка, в районе поселков: Култук, Листвянка, Бол. Коты, Бол. Голоустное (С.Н. Коваленко), на Хамар-Дабане в районе метеостанции и пика Черского (С.Н. Коваленко).

Предлагаемый к рассмотрению последний в списке полигон обладает целым рядом преимуществ: 1) район практики в геотектоническом отношении расположен в складчатой области сформированной на южной границе Сибирской древней платформы в результате коллизии (столкновения) с ней Хамар-Дабанского микроконтинента. В этом районе Сибирскую платформу характеризуют структуры и породы Шарыжалгайского выступа ее фундамента вдоль кругобайкальской железной дороги и северо-восточного склона Восточного Саяна, а Хамардабанский микроконтинент — слюдянской, хангарульской и хамардабанской серий обнажающихся на хр. Хамар-Дабан в Слюдянском районе с разнообразнейшей геологией простирающейся от кайнозойских образований (гляциальные, склоновые и пролювиально-селевые, базальтовые вершинные покровы) до глубоко метаморфизованных пород архея (фундамент Сибирской платформы, складчатые толщи слюдянского кристаллического комплекса) с разнообразнейшими полезными ископаемыми и рудопроявлениями (свыше 20);

2) хорошо освоен геологами (множество горно-рудных предприятий, проведена съёмка 1 : 50 000 масштаба);

3) развитая сеть дорог и хорошо обустроенных туристических троп;

4) район хорош и по природным условиям: благоприятный климат (является районом с самой высокой продолжительностью солнечного сияния на юге Сибири), средне-горный рельеф (абсолютные высоты лежат в пределах 456–2090 м) с вертикальной зональностью простирающейся от таёжной зоны до тундровой и гольцовой, доброжелательный животный мир;

5) в организаторско-экономическом отношении район также удобен и безопасен: имеется развитая сеть горно-спасательной службы МЧС, во многих местах поддерживается сотовая связь, туристами и предпринимателями на нитке маршрутов практики

созданы турбазы, лесные кафе, метеостанция, охотничье-промысловые базы.

Все вышесказанное является основой проведения практики в данном районе и как нельзя лучше подходит для выработки у будущих геологов полевых, в том числе и бытовых, навыков волевых качеств геолога и широкого геологического кругозора.

Полевая практика по геокартированию представляет собой необходимое условие успешного завершения преподавания курса структурной геологии и геологического картирования в вузе, т. к. никакое «классное» изучение при помощи книг, различных коллекций, таблиц и рисунков никогда не дает такого эффекта, как непосредственное наблюдение учащимися геологических явлений и объектов в природной обстановке. Поэтому в каждый учебный маршрут по отработке приемов геологического картирования мы постарались включить возможно большее количество профессионально-интересных и показательных объектов — естественных и искусственных обнажений, позволяющих изучить самые древние слои, так и самые молодые геологические образования.

Физико-географические условия проведения практики

Территория, простирающаяся от Байкала и до осевой линии хр. Хамар-Дабан (рис. 1), является удобным полигоном для проведения не только первой учебной полевой практики по геологии со студентами-бакалаврами первого курса геологических специальностей, но позволяет успешно и качественно проводить полевую практику со студентами второго курса по геологическому картированию. Здесь можно научиться картировать геологические образования простирающиеся в историческом диапазоне от глубин архея до современных геологических и гляциальных процессов и явлений.

По рельефу район практики относится к Байкальской горной стране в виде высоких хребтов восточного побережья Байкала и разделяющих их глубоких и широких котловин. Ближайшие горные хребты представлены: Хамар-Дабаном, Приморским, Улан-Бурга-сом, Икатским, Баргузинским. Среди

котловин, наиболее крупными являются Южно-Байкальская, Быстринская и Торская.

Интересующий нас хребет Хамар-Дабан протягивается более чем на 500 км от долины р. Иркут до р. Селенги и от восточного берега Байкал до Хубсугула (МНР), обрамляя с юга Тункинский рифт и Южно-Байкальскую впадину. Максимальной высоты хребет достигает в западной части (гора Хан-Ула 2371 м). На восток он плавно понижается, и в приселенгинской части его высоты приближаются к 1400–1500 м. В отличие от монолитного горста Тункинских гольцов Хамар-Дабан сложное поднятие. Он состоит из трех сводов: Большой, Восточный и Малый Хамар-Дабан. Первые два разделены Снежинским поднятием (междуречье Снежной и Мишихи) и кулисообразно сопряжены со сводом Малого Хамар-Дабана. Непосредственно на территории практики наблюдаются его отроги хр. Комар и Становой. В южной части территории практики находятся пик Черского (2090 м) и пик Чекановского (2068 м). Перепад высот (размах рельефа) от уреза воды озера Байкал (456 м) составляет 1634 м и обуславливает эффект ландшафтной поясности со сменой геосистем от низкогорно-таежных до гольцовых альпинотипных с горными тундрами. Из-за сложности рельефа, локальных контрастов распределения осадков и тепла сменяются и сосуществуют степные, лугово-болотные, подтаежные, горно-таежные и гольцовые типы ландшафтов.

Большинство рек стекает с хребта Хамар-Дабан и начинается за пределами района. По границе западной части территории транзитом протекает река Бол. Быстрая.

Территория практики располагается в пределах Слюдянского горного узла Слюдянского района Иркутской области в предгорных частях хр. Хамар-Дабан (см. рис. 3 в статье (Коваленко и др., 2023)), и сложена в основном высокометаморфическим слюдянским кристаллическим комплексом, объединяющим култукскую (LPkl) и перевальную (LPpr) свиты слюдянской серии верхнего архея, а также харагольскую (KRhr) и безымянскую (KRbz) свиты хангарульской серии нижнего протерозоя. Этот комплекс наиболее полно обнажен и детально изучен по рекам Слюдянке и Похабихе (Слюдянский

кристаллический..., 1981). С севера к территории примыкает Шарыжалгайская глыба фундамента древней Сибирской платформы, сложенная нижнеархейской шарыжалгайской серией, состоящей из трех свит: жидойской (SMzd), зогинской (SMzg) и черемшанской (SMcm).

Неоднородная степень метаморфизма является одним из важных факторов изменения минерального состава и облика пород территории практики. Степень метаморфизма пород хамардабанской серии соответствует зеленосланцевой фации, а именно: ее кварц-альбитово-альмандиновой субфации. Последнее подтверждается, в частности, спорадическим появлением в сланцах этой зоны граната (Шафеев, 1970). К северу в бассейне р. Слюдянки полифациальные низко- и среднетемпературные образования хамардабанской серии сменяются глубоко метаморфизованным гранулитовым слюдянским комплексом. Его отличия от еще севернее расположенного шарыжалгайского комплекса в том, что слюдянские толщи хорошо стратифицированы, включают в себя многие разновидности кристаллических сланцев, гнейсов, мраморов, специфических типов метаморфических пород (марганцевых, фосфатоносных, волластонитовых). Обнажающиеся здесь горные породы дают представление о складчатом обрамлении Сибирской платформы, о высокотемпературных процессах метаморфизма и метасоматоза, изоклинальных складчатости и современных разломных явлениях, связанных с формированием долины оз. Байкал. Временной интервал этих процессов огромен и простирается от архея (>2500 млн лет) до современности.

В тектоническом отношении породы верхнеархейской слюдянской серии и нижнепротерозойской хангарульской серии, а в южной — породы хамардабанской серии смяты разновозрастной перекрестной складчатостью и разделены угловыми несогласиями.

Организационные вопросы и необходимая базовая подготовка студентов

До проведения полевой учебной практики, в отличие от аналогичного этапа на производстве, со студентами проводится большая

организационная работа по ее обеспечению достаточно объемными материалами и документами: эталонная коллекция, составленная по материалам практик предыдущих лет, топографическими и геологическими картами разного масштаба, поставлены противоэпидемиологические прививки всем участникам, деканатом подготавливаются различные приказы для финансового обеспечения и пр. А студенты-практиканты должны обладать базовыми знаниями, полученными при прохождении теоретических курсов на первом и втором курсах, по нижеследующим вопросам.

1. Знать и уметь определять в поле метаморфические минералы: кварц, все полевые шпаты, пироксены (гиперстен, авгит, диопсид, сподумен), амфиболы (зеленая роговая обманка, тремолит в парагенезе с тальком и карбонатами), оливин, эпидот, хлориты, слюды (биотит мусковит и флогопит в ассоциации с карбонатами), гранат, кордиерит, силлиманит, дистен, андалузит, кальцит, доломит, волластонит, форстерит, акцессорные минералы (ортит, шпинель, магнетит).

2. Знать и уметь определять в поле метаморфические породы: кристаллические сланцы, гнейсы, амфиболиты, гранулиты, мигматиты и их морфологические типы, гранитогнейсы, чарнокиты, мраморы, кальцифиры, диафториты, тектониты (тектонические брекчии, какириты, катаклазиты, милониты и бластомилониты).

3. Знать и определять основные текстуры метаморфических пород, полосчатость, сланцеватость и гнейсовидность, линейность и ее типы (А и В), будинаж.

4. Знать метаморфические фации, особенно высоких степеней, и определяющие их диагностические минералы или индекс-минералы.

5. Особенности расчленения и картирования метаморфических толщ. Иметь понятие о маркирующих горизонтах, структурных доменах и их использование при картировании.

6. Строение магматических комплексов — знания, которые пригодятся при геокартировании Бургутуйского, Шаманского и Посетительского детальных участков. Здесь необходимо знать пороодообразующие минералы: кварц, калиево-натриевые полевые шпаты (КПШ) и плагиоклазы (плагиоклазы

отличаются от КПШ тем, что под лупой у них можно заметить чередование матовых и блестящих полосок, обусловленных полисинтетическим двойникованием), нефелин, слюды, амфиболы изредка пироксены, гранат; главные магматические породы эффузивного, плутонического и жильного типа: кислого, среднего, основного и ультраосновного состава, аплиты и пегматиты; линии течения (линейность тип А), трахитоидность и магматическая листоватость, первичные трещины отдельности, статистическое изучение которых позволяет в сочетании с рядом других данных определять форму интрузивных тел, типы контактов интрузивов, породы контактового метаморфизма: роговики, скарны, грейзены, березиты и др.

7. Структурные формы как первичные (слои, пачки и пласты, разнообразные интрузивные и эффузивные, метаморфогенные и контактово-метасоматические тела), так и вторичные, обусловленные процессами деформации или смещения первичных форм (пликативные — складки, дизъюнктивные — разломы и трещины), инъективные дислокации. Их морфолого-генетические типы.

8. Методы изучения структурных форм: плоскостных и линейных, измерения их размеров и ориентировки на геологических картах и горным компасом. Методы изучения трещин, разломов и складок: определение кливажа, смещений по разломам и по асимметричным складкам, изображение на геологических и структурных картах.

Подготовительный этап не входит в продолжительность полевой практики и начинается задолго до официального времени практики, проходящей, как правило, в летний период. Подготовительный этап заключается в постепенном включении в теоретический и практический курс лекций и лабораторных занятий материалов приведенных в этом разделе по району практики: данных о стратиграфии, палеонтологических остатках, о тектоническом строении юга Сибири. На этом этапе студентам рекомендуется посещение геологического музея ГГП «Иркутскгеология» и ознакомление с геологией и полезными ископаемыми Иркутской области.

В конце четвертого семестра проводится лабораторное занятие по освежению в памяти

навыков работы с горным компасом и полевых методов геологических изысканий, по определению в поле минералов, горных пород, полезных ископаемых и органических остатков, встречаемых в районе практики. В течение всего периода занятий 3–4 семестров студенты знакомятся с основной понятийно-терминологической базой практики, т. е. постепенно усваивают такие термины, как полевые работы, маршрут, точка наблюдения (тН), привязка, обнажение, стратотип, образец, маркировка, дневник, скважина, керн, региональный и контактовый метаморфизм, динамометаморфизм, фации метаморфизма, интрузивные, эффузивные и метаморфические породы и т. д.

Геология и основы геокартирования территории практики в пределах Хамар-Дабана Слюдянского района

Стратиграфические подразделения

Как уже было сказано в предисловии в северной и центральной части изучаемой территории в основном развиты высокометаморфизованные породы верхнеархейской слюдянской серии и нижнепротерозойские породы амфиболитовой фации хангарульской серии, разделенные угловым несогласием, а в южной — среднеметаморфизованные до эпидот-амфиболитовой фации породы хамардабанской серии.

Слюдянская верхнеархейская серия сложена ритмично переслаивающимися гнейсами, кристаллическими сланцами и мраморами. По соотношению карбонатных и алюмосиликатных пород серия расчленяется на две свиты. Нижняя — култукская, сложена биотитовыми, биотит-гранат-кордиеритовыми, биотит-диопсид-гиперстеновыми, биотит-пироксеновыми часто с гиперстеном кристаллическими сланцами, кварц-диопсидовыми породами. В верхней — перевальной свите преобладают мраморы. Они переслаиваются с роговообманково-пироксеновыми кристаллосланцами, биотитовыми гнейсами, кварц-диопсидовыми с апатитом и волластонитовыми породами. Мощность слюдянской серии оценивается в 6300 м (рис. 2).

Хангарульская нижнепротерозойская серия сложена в основном гнейсами,

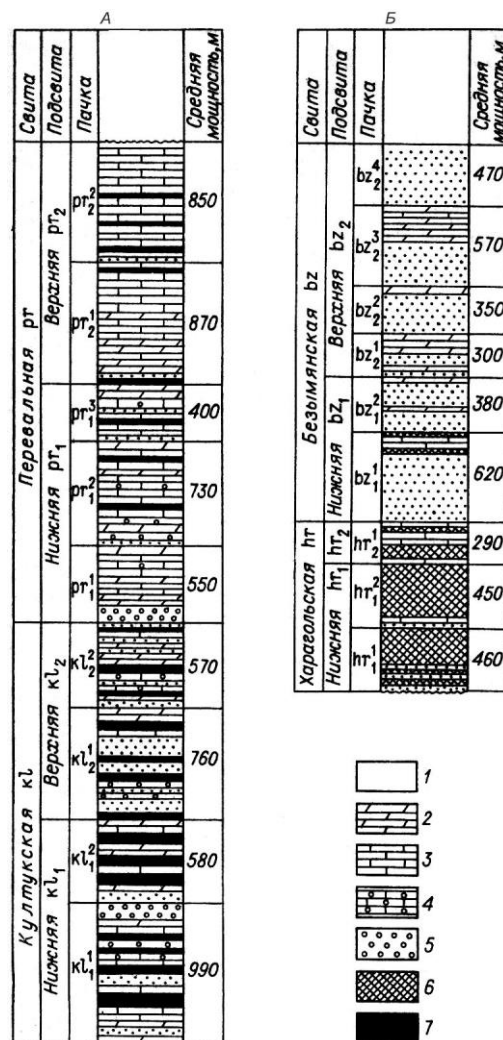


Рис. 2. Стратиграфические колонки слюдянской (А) и хангарульской (Б) серий (Слюдянский кристаллический..., 1981, с. 12).

1 – гнейсы биотитовые; 2 – мраморы и кальцифиры высокомагнезиальные; 3 – мраморы низкомагнезиальные; 4 – мраморы и кальцифиры кварц-кальцитовые; 5 – породы кварц-диопсидовые; 6 – кристаллосланцы и гнейсы диопсидовые; 7 – кристаллосланцы роговообманково-пироксеновые.

Fig. 2. Stratigraphic columns of the Slyudyanka (A) and Khangarul (B) series (Slyudyanka crystalline..., 1981, p. 12).

1 – biotite gneisses; 2 – high-magnesian marbles and calcifers; 3 – low-magnesian marbles; 4 – quartz-calcite marbles and calcifers; 5 – quartz-diopside rocks; 6 – diopside crystalline schists and gneisses; 7 – hornblende-pyroxene crystalline schists.

диопсидовыми и кальцит-диопсидовыми хангарульской свиты и глиноземистыми с

незначительным присутствием мраморов безымянской свиты. Породы серии распространены в юго-западной части площади по рекам Слюдянке, Похабихе и Большой Быстрой. Согласно монографии Е.П. Васильева с соавторами (Слюдянский кристаллический..., 1981), её мощность 3.9 км, на 54 % это гнейсы биотитовые, примерно в равных количествах (22 %) присутствуют мраморы и кристаллические диопсидовые сланцы (24 %). Породы свиты, в отличие от пород других свит, отличаются зеленым цветом гнейсов и

значительным содержанием волластонитовых прослоев, а в самой нижней части отмечаются марганцевые породы (гондиты, спессартинитовые кварциты и родонитовые кристаллосланцы и гнейсы с Мп-волластонитом или бустамитом, мраморы и кальцифиры с минералами бустамит-волластонитового ряда, Мп-гроссуляром и диопсидом. Безымянская свита в нижней части сложена в основном, биотит-гранатовыми гнейсами, а в верхней теми же гнейсами, но с двумя слоями мраморов.

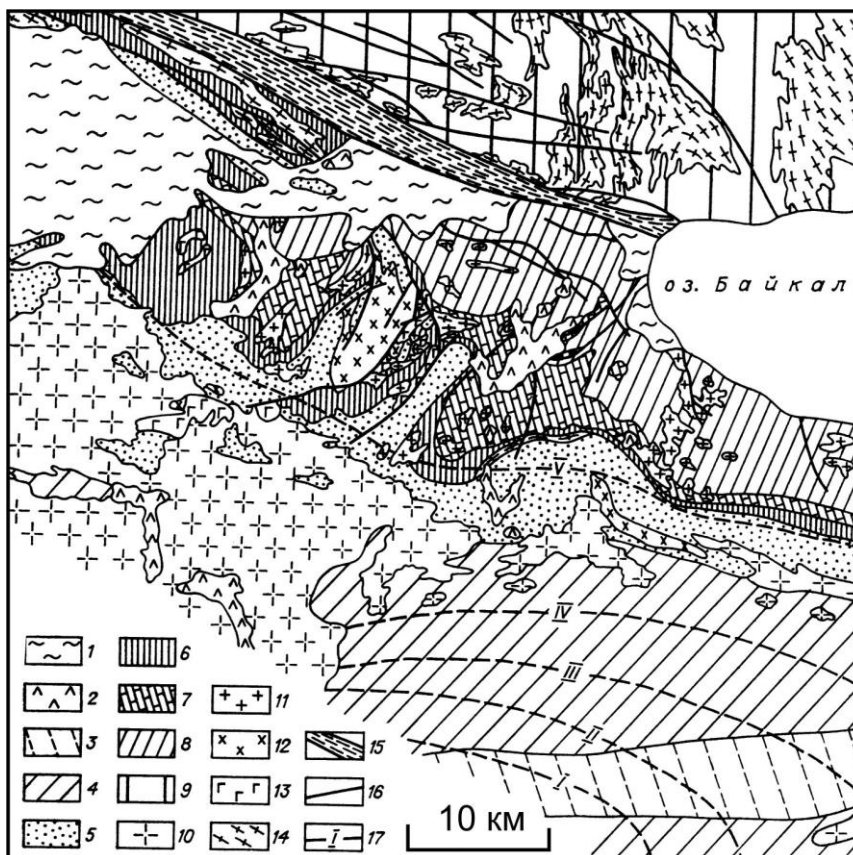


Рис. 3. Геологическая схема Юго-Западного Прибайкалья (по Слюдянский кристаллический..., 1981, с. 7, с изменениями и дополнениями косметического характера).

1 – кайнозойские отложения; 2 – кайнозойские базальты; 3, 4 – хамардабанская серия (PR₂), свиты: 3 – шубутуйская (RFšb), 4 – корниловская (RFkr); 5, 6 – хангарульская серия (PR₁), свиты: 5 – безымянская (KRbz), 6 – харагольская (KRhr); 7, 8 – слюдянская серия (AR₂), свиты: 7 – перевальная (LPpr), 8 – култуковская (LPkl); 9 – шарыжалгайская серия (AR₁), 10 – хамардабанские граниты (γRF); 11 – слюдянские гранит-пегматиты (γpRFsl); 12 – сиениты (ξKR); 13 – метагабброиды и метаультрабазиты (vΣKR); 14 – гранитогнейсы (γKR); 15 – зона, главного Саянского разлома; 16 – прочие разломы; 17 – изограды метаморфизма: I – граната, II – ставролита, андалузита и кордиерита, III – силлиманита, IV – калишпата, V – гиперстена.

Fig. 3. Geologic scheme of the Southwestern Pribaikalia (by Slyudyanka crystalline..., 1981, p. 7, with cosmetic changes and additions).

1 – Cenozoic sediments; 2 – Cenozoic basalts; 3, 4 – Khamardaban series (PR₂), formations: 3 – Shubutui (RFšb), 4 – Kornilov (RFkr); 5, 6 – Khangarul series (PR₁), formations: 5 – Bezymyanka (KRbz), 6 – Kharagol (KRhr); 7, 8 – Slyudyanka series (AR₂), formations: 7 – Pass (LPpr), 8 – Kultuk (LPkl); 9 – Sharyzhalgai series (AR₁), 10 – Khamardaban granites (γRF); 11 – Slyudyanka granite-pegmatites (γpRFsl); 12 – syenites (ξKR); 13 – metagabbroids and metaultrabasites (vΣKR); 14 – granitogneisses (γKR); 15 – zone of the main

Sayan fault; 16 – other faults; 17 – isograds of metamorphism: I – garnet, II – staurolite, andalusite and cordierite, III – sillimanite, IV – kashipate, V – hypersthene.

Имеющиеся угловое несогласие между слюдянской и хангарульской сериями фиксирует смену литолого-фациальных условий седиментации. Формирование хангарульской серии происходило в более мелководном бассейне, чем слюдянской, при этом частое присутствие в разрезах обеих серий продуктов вулканической деятельности (лавы, пирокласты, газогидротермы) обуславливают их ритмично-циклическое строение.

Хамардабанская верхнепротерозойская серия лежит выше хангарульской и имеет с ней на территории практики в верховьях рр. Слюдянка и Подкомарная метаморфическое несогласие, где «породы безымянской свиты метаморфизованы в условиях гранат-кордирит-ортоклазовой фации, а в глиноземистых гнейсах прилегающей части корниловской свиты отмечается уже биотит-мусковитовый парагенезис, и, таким образом, выпадает биотит-силлиманит-ортоклазовая фация (ступень). Однако в этом районе возможное метаморфическое несогласие маскируется хамардабанскими гранитами, в контактовых ореолах которых интенсивно проявлены мусковитизация и фибролитизация, синфациальные с парагенезисами корниловской свиты и наложенные на гнейсы безымянской...

... эти свиты заметно различаются по структуре: складки в безымянской имеют северо-восточное простирание, в корниловской — субширотное (рис. 3)» (Слюдянский кристаллический..., 1981, с. 6–7).

Нестратиграфические комплексы

Магматические породы были подробно изучены во время практики в 2024 г. при геокартировании Бурутуйского, Шаманского и Посетительского детальных участков. Здесь имеется всего два хорошо различимых крупных докембрийских гранитных комплекса — слюдянский и хамар-дабанский, а также ряд комплексов имеющих в районе и выделенные на обзорной карте (Коваленко и др., 2023, с. 138–139) и на структурно-стратиграфической шкале (рис. 4) (в возрастной последовательности): гранитогнейсы шарыжалгайского выступа фундамента Сибирской платформы, чарнокитоиды и гранитогнейсы слюдянского кристаллического комплекса, метабазиты и метаультрабазиты, сиениты и монзониты, слюдянские гранит-пегматиты, хамардабанские граниты и собственно пегматиты.

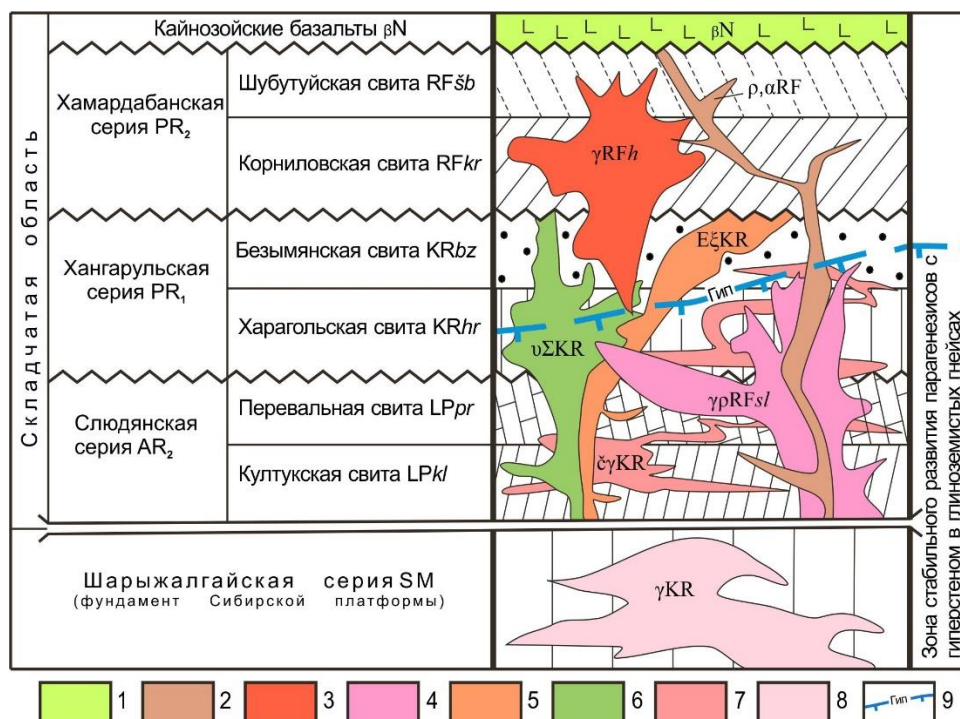


Рис. 4. Структурно-вещественная шкала района практики, составлена на основе анализа материалов монографии Е.П. Васильева и др. (Слюдянский кристаллический..., 1981).

1 – кайнозойские базальты; 2 – поздние (постфлогопитовые) пегматиты блоковые, амазонитовые и др., аплиты; 3 – граниты хамардабанского комплекса; 4 – гранит-пегматиты и гранитные пегматиты слюдянского комплекса; 5 – щелочные сиениты, монзониты; 6 – метаморфизованные базиты-ультрабазиты; 7 – ранние гранитоиды: гранитогнейсы и чарнокитоиды; 8 – гранитогнейсы шарыжалгайского выступа фундамента Сибирской платформы; 9 – граница изограды гиперстена (бергштрихи указывают на поле развития индекс-минерала). Другие условные обозначения см. (Коваленко и др., 2023, с. 138-139).

Fig. 4. Structural-material scale of the practice area, compiled on the basis of the analysis of the materials of the monograph by E.P. Vasiliev et al. (Slyudyanka crystalline..., 1981).

1 – Cenozoic basalts; 2 – late (postflogopite) pegmatites blocky, amazonitic, etc.; 3 – granites, aplites; 3 – granites of the Khamardaban complex; 4 – granite pegmatites and granite pegmatites of the Slyudyanka complex; 5 – alkaline syenites, monzonites; 6 – metamorphosed basites-ultrabasites; 7 – early granitoids: granitogneisses and charnokitoids; 8 – granitogneisses of the Sharyzhalgai ledge of the basement of the Siberian Platform; 9 – boundary of the hypersthene isograda (bergstrokes indicate the field of development of the index mineral). Other conventional designations see (Kovalenko et al., 2023, p. 138-139).

Кроме **гранитогнейсов** (γ KR) в пределах шарыжалгайского выступа фундамента Сибирской платформы на интервале западного побережья Байкала от порта Байкал до пос. Култук можно встретить протокластические, плагиомикроклиновые, лейкократовые порфировидные биотитовые и биотит-роговообманковые граниты и гранодиориты, реже гнейсограниты и пегматиты саянского комплекса. На территории практики мы с ними не встречаемся, поэтому более подробно здесь не рассматриваются.

Чарнокитоиды и гранитогнейсы слюдянского кристаллического комплекса ($\check{\gamma}$ KR) — это наиболее ранние специфические интрузивные породы в виде небольших субпослойных жильных тел с резкими или постепенными контактами, представленные мелкозернистыми плагиогранитами с типоморфным чарнокитовым парагенезисом: гиперстен, антипертитовый плагиоклаз, несколько пониженное содержание кварца, иногда микроклин. Обычно они фиксируются в близких по составу гнейсах. По пироксенам очень часто развивается роговая обманка и биотит. В карбонатных породах иногда встречается граниты с микроклином.

Ареол их распространения совпадает с изоградой гиперстена. В более низкотемпературных фациях безымянской свиты встречаются их возрастные аналоги безгиперстеновые, в основном плагиоклазовые гранитогнейсы или теновые мигматиты. Из темноцветов в таких мигматитах встречаются только биотит, иногда гранат, т. е. минералы вмещающих пород.

Метабазиты и метаультрабазиты (ν ΣKR) — это довольно многочисленные тела крупнокристаллических пород, изредка отмечаются мелкозернистые габбро-долериты, лампрофиры, микрдиориты и ортоамфиболиты. На территории практики известны Асямовский, Буртуйский, Таловский, Комарский массивы, некоторые из них сопровождаются титаномagnetитовым оруденением (ильменит-magnetитовое). Главные разновидности чаще всего представлены габбро, амфиболовым габбро, амфиболитами среднекрупнозернистой структуры, массивной текстурой. Породы повсеместно интенсивно и неравномерно амфиболизированы.

Метаультрабазиты (пироксениты и горнблендиты) встречаются как среди габброидных массивов, так и в виде отдельных тел. Такие реликтовые тела состоят, как правило, из гиперстена с подчиненным количеством роговой обманки, густо-зеленой шпинели (до 5–7 %), рудных минералов и оливина.

Мелкозернистые метабазиты (амфиболизированные габбро-долериты и апогаббро-долеритовые амфиболиты) встречаются в виде дайкообразных тел до первых сотен метров длины и 1–5 м мощностью, будин в мраморах, реликтовых пунктирных даек среди гранитов, послойных смятых в складки жил.

Относительно неизменные габбро-долериты сложены плагиоклазом (45–55 % An), диопсид-авгитом, железистым гиперстеном, роговой обманкой, титано-magnetитом, апатитом, а в измененных резко преобладает ассоциация роговая обманка — плагиоклаз, очень редко встречается отчетливо

реликтовый гиперстен, довольно часто отмечается биотит.

Щелочные сиениты и монцониты ($E\zeta KR$) — это в основном щелочные сиениты с щелочным микроклин-пертитом гипидиоморфнозернистой, аллотриаморфной до бластической и бластокатакластической, порфировидной и порфиробластовой структуры; массивной и слабогнейсовидной текстуры. Встречаются разновидности с преобладанием плагиоклаза над калиевым полевым шпатом (калишпаты) как щелочные, так и известково-щелочные; кварцевые сиениты и граносиениты (кварца до 10–15 %); двупироксеновые сиениты (до 2–8 % ромбического пироксена); святоноситы — эгирин-авгитовые щелочные сиениты с титанистым андродитом (до 10–12 %) и повышенным содержанием сфена (до 4–5 %). Последние две разновидности встречаются совместно с частично переработанными, ассимилированными ксенолитами кальциево-железистых пород — метагабброидов, известковистых кристаллосланцах.

Кроме большого Малобыстринского массива эти породы отмечаются и в виде жил-образных тел аналогичного состава и структуры, а также типично жильные мелкозернистые породы сиенитового ряда в виде даек монцонитов — образующих непрерывный ряд пород от мелано- до лейкократовых, нередко щелочных разновидностей. Эти дайково-жильные породы, в отличие от малобыстринских сиенитов, состав мощных секущих даек не обнаруживает какой-либо связи с окружающими породами.

Сиениты и монцониты «секут и частично перерабатывают метабазиты и метаультрабазиты и, в свою очередь, пересекаются гранит-пегматитами слюдянского комплекса» (Слюдянский кристаллический..., 1981, с. 79).

Слюдянские гранит-пегматиты ($\gamma pRFsl$) — это специфические аляскитоподобные грубозернистые гранитоиды распространенные только в зонах высокого метаморфизма (см. рис. 4) и совместно с хамардабанскими гранитами не встречаются. По морфологии это согласные или же косесекущие жилы, сложные межбудинные тела с резкими секущими контактами без существенных эндо- и экзоконтактовых изменений.

Отличительная общая черта этих пород, обусловившая название, неравномерная грубозернистая (0.5–5 см) структура с широким развитием микропегматитовых сростков (графический или еврейский пегматит), нередко в виде шпировидных пегматоидных обособлений.

По составу и соотношению полевых шпатов выделяется три основных петрографических типа: 1) существенно микроклиновые субщелочные; 2) плагиомикроклиновые и микроклин-плагиоклазовые нормального ряда; 3) существенно плагиоклазовые, известково-натрово-щелочные. Первые две разновидности образуют постепенные переходы друг в друга. Плагиоклазовые гранит пегматиты же образуют небольшие с резкими контактами обособления среди других типов. Состоят они в основном из плагиоклаза (14–18 An), микроклин в них образует мелкие ксеноморфные зерна.

По цветовому индексу (не превышающем 1–5 %) эти породы могут быть отнесены к аляскитам; типоморфные фемические минералы — биотит и клинопироксен (диопсид-геденбергит с небольшой долей эгирина) — чаще всего не присутствующие совместно.

В субщелочных гранито-гнейсах обычен пироксен, нередко со сфеном, а в нормальных — биотит, акцессории — магнетит, титаномagnetит, циркон, апатит. Типоморфный состав часто зависит от вмещающих пород, особенно в согласных мелких прожилках.

С гранит-пегматитами тесно связаны собственно пегматиты, среди которых выделяется две разновидности: непосредственно ассоциирующие с гранит-пегматитами и изолированные жильные тела, а также мелкие обособленные тела пегматоидного или графического строения в гранит-пегматитах того же минерального состава что и окружающие их гранит-пегматитов.

Хамардабанские граниты (γRFh) — это крупнейшие проявления докембрийского магматизма в хр. Хамар-Дабан в Южном Прибайкалье. Они не встречаются в зоне высокого метаморфизма (см. рис. 4). Вблизи же этой зоны в пределах территории практики они представлены своей второй фазой. Диориты первой фазы отсутствуют, а типичные крупнозернистые порфировидные граниты

третьей фазы мало распространены, встречаясь в небольших объемах среди равномерно-зернистых гранитов, не образуя резких секущих контактов.

Морфологически тела хамардабанских гранитов сложны, содержат многочисленные крупные ксенолиты боковых пород (см. строение детального участка Посетительского), контакты с которыми преимущественно резкие и четкие. Внешне граниты сероватые и розово-серые с равномерной мелко-, реже среднезернистой структурой (0.5–3 до 5 мм). В порфировых разностях выделения полевого шпата, чаще микроклина, достигают 1–1.5 см, реже крупнее. Текстуры массивные или неотчетливо гнейсово-линейные (почти заметна всегда). Последние обусловлены однообразно ориентированными чешуйками слюды, иногда их скоплениями, а в порфировидных гранитах — грубо упорядоченной ориентировкой крупных кристаллов полевого шпата.

По составу в подавляющем большинстве случаев граниты двуполевошпатовые при обычном некотором преобладании плагиоклаза, но отмечаются разности и с резко подчиненным количеством микроклина. Содержание темноцветных минералов от 3 до 10 %: биотит, реже роговая обманка, иногда мусковит (до 3–5 %). Аксессуары — апатит, магнетит и циркон, изредка отмечаются турмалин, ортит и монацит.

Собственно пегматиты и аплиты ($\rho, \alpha RF$) — это довольно разнообразные по составу, по строению и морфологии в основном жильные породы. Известны зональные жилы: центральная часть сложена серым, серовато-белым, иногда розовым сливным кварцем; ядро окаймляется крупноблоковыми зонами микроклин-пертита, которые сменяются средне-грубозернистым графическим пегматитом, иногда аплитовидным с заметным обогащением плагиоклазом. Но встречаются и незональные жилы, блокового, мелкоблокового средне-грубозернистые, графические. По размерам все жилы невелики: от первых десятков метров в длину при мощности от 0.5–1 до нескольких метров. По залеганию преобладают крутые поперечно секущие метаморфическую неоднородность вмещающих пород жилы, но есть и пологие,

дугообразные и очень сложной формы межбугринные тела.

Уроме собственно пегматитов в этой возрастной группе выделяется верия жильных пород гранитного ряда — аплитовидные граниты, сиенит-аплиты и т. п., широко отмечаемых «на волластонитовых скарновых и скарноидных месторождениях. Правда, ввиду мелких размеров интенсивности метасоматических в составе жил преобладают контактовые фации типа околоскарновых пород с высоким содержанием пироксена, сфена, очень часто гроссуляр-андродитовых гранатов, а также пониженных содержаний кварца» (Слюдянский кристаллический..., 1981, с. 89).

В заключении раздела по магматизму следует указать, что все интрузивные породы района в разной степени несут в своем строении линии течения (линейность тип А), трахитоидность и магматическую листоватость, а также имеют первичные трещины отдельности, статистическое изучение которых позволяет в сочетании с рядом других данных определять форму интрузивных тел, типы контактов, а также разной степени проявления контактового метаморфизма: роговики, скарны, грейзены, березиты и др.

Тектонические структуры

Согласно многолетним детальным научным исследованиям отряда сотрудников Института земной коры СО РАН во время проведения государственно геологической съёмки масштаба 1 : 50 000 в 1970–76 гг. тектоническая структура территории практики является складчатым моноклинорием, полого падающим к юго-западу при общем северо-западном простираии (рис. 6). «Его внутреннее строение неоднородно. Для слюдянской серии характерна перекрестная структура с преобладанием складок северо-западного и субширотного простираия, в хангарульской особенно отчетливо проявилась северо-восточная система складок» (Слюдянский кристаллический..., 1981, с. 37; рис. 2–3 там же). Это отчетливо подчеркивается и угловым несогласием между хангарульской и слюдянской сериями хорошо видимое в центральной части территории (Коваленко и др., 2023, с. 138–139).

В процессе практики не представляется возможным откартировать все эти структуры. Изучению доступны только разнообразные мелкие структурные формы, в достаточной мере в какой-то степени отражающие тектонические и метаморфические процессы. Изучая и анализируя их с помощью так называемого эффекта подобия и исходя также из свойств параллельности их шарниров и благодаря тому что почти все метаморфические породы района обладают планпараллельными текстурами согласными с первично-осадочной слоистостью и кристаллизационной сланцеватостью и полосчатостью, можно получить представление о характере больших складок и дислоцированности толщи на том или ином участке (домене).

Кроме того, многие горные породы района имеют линейную текстуру типа-В (минеральная линейность, желобчатость, ребристость, вытянутая бугорчатость на поверхностях напластования), которая в большинстве случаев также параллельна шарнирам продольных складок северо-западного направления, что также позволяет составить представление о более крупных складках. Здесь необходимо только помнить, что в районе встречается и более поздняя линейность, связанная с поперечной складчатостью.

Ранняя северо-западная минеральная линейность формируется биотитом и биотитовыми скоплениями, амфиболом, пироксеном, графитом, силлиманитом, агрегатами кварца, флогопитом, волластонитом; в поздней линейности, связанной с поперечными складками северо-восточного простирания, отсутствуют волластонит и гиперстен.

Собрав статистический материал по линейности и рисунку мелких складок и проводя геометрический анализ их залегания на сферограммах, студенты получают представление о характере складчатости того или иного структурного домена. Подробный же анализ складчатости всей территории имеется в публикациях Е.П. Васильева (Слюдянский кристаллический..., 1981, с. 42–72; Васильев, 1973).

Анализ полей рассеивания линейных элементов методом последовательных палеоструктурных реконструкций, проведенный Е.П. Васильевым, позволил установить не

менее четырех этапов формирования докембрийской структуры в пределах территории практики (Слюдянский кристаллический..., 1981, с. 68–72).

При изучении структуры необходимо учитывать и часто наблюдаемые **приразломные шовные складки**, которые фиксируют характер деформации в зоне динамического влияния крупных и частных разломов и по форме резко отличаются от общей фоновой структуры вдали от разломов.

Широко и разнообразно на территории практики представлены так называемые **складки течения**, образуемые в процессе послойного пластического перераспределения некомпетентного материала пород как при деформации, так и при метаморфизме, особенно мигматизации (пигматитовые мигматиты). Эти структуры течения были обусловлены общими изгибовыми деформациями толщ, являясь в значительной мере следствием их неоднородности.

Будинаж-структуры в районе практики распространены довольно широко и являются одним из важнейших структурных элементов проявленном в различных породах и контролирующим локализацию большинства полезных ископаемых.

В результате детальных геологоструктурных исследований во время геологической съёмки 1 : 50 000 масштаба был выявлен следующий ряд компетентных пород, в котором каждая предыдущая порода будинируется среди последующей: кристаллосланец роговообманково-пироксеновый → гнейс биотит-пироксеновый → гнейс биотитовый или порода кварц-диопсидовая → мрамор. Будинируются даже жилы гранитов и гранит-пегматитов, дайки сиенитов и основных пород.

Размеры будин колеблются в широких пределах. По форме преобладают будины линзовидные, реже округлые, боченковидные и прямоугольные. Наиболее разнообразны формы мелкого будинажа в полосчатых кварц-апатит-диопсидовых породах (рис. 5). Такая особенность на наш взгляд может быть связана с подводной вулканической деятельностью с излияниями кислых риолитовых лав в подводных условиях с формированием подушечных лав в зоне химического накопления P_2O_5 на глубинах с нижней

границы шельфа с 50–150 м до 200 м. Подтверждением догадки могут служить пилоуподобные или будинообразные образования гранитоидного состава обнаруженные в во

время практики 2024 года в карьере Бурутуйского месторождения апатита и диопсида (рис. 6).



а)



б)



в)

Рис. 5. Древние (протерозойские) будинообразные гранитоидные образования, похожие на пиллоу-лавы риолитов, в карьере Бурутуйского месторождения. Фото 0356-58.

б-в) – увеличенные фрагменты рис. 5а: б) – левой части; в) – центральной части.

Fig. 5. Ancient (Proterozoic) boudiniform granitoid formations similar to pillow-lavas of rhyolites in the quarry of the Burutui deposit. Photo 0356-58.

б-в) – enlarged fragments of Fig. 5a: б) – left part; в) – central part.



а)



б)



в)



Рис. 6. Будинаж кварц-диопсид-апатитовых пород на Бурутуйском месторождении. Фото 0366, 0369, 0374 и 0397. На фото *а, б* и *в* наблюдается кососекущий апатитовый прожилок, а на фото *г* разлинзованию подвергаются апатит-диопсид-кварцевая и гранитоидная порода в диопсидовом кальцифоре.

Fig. 6. Boudinage of quartz-diopside-apatite rocks at the Burutui deposit. Photos 0366, 0369, 0374 and 0397. In photo *a, б* and *в* oblique apatite veining is observed, and in photo *г* apatite-diopside-quartz and granitoid rock in diopside calcifier is exposed to delineation.

«Пилоу-лавы», приведенные на рис. 5, уже готовые будинообразные подушечные образования при дальнейшей деформации и метаморфизме и преобразуются в многочисленные будины, а вмещающие их фосфоритовые химические осадки — в апатит-диопсидовые и апатит-кальцит-кварц-диопсидовые рудоносные породы (рис. 6).

Будинаж толщ в деформационной истории района проявлялся неоднократно и сопровождал все этапы формирования тектонической структуры. Линзовидные будины первого этапа, когда формировались продольные складки, своими длинными осями ориентированы параллельно шарнирам складок. При этом межбудинные пространства заняты вмещающими породами, реже гранитным анатектическим материалом.

Классические нормальные будины сопровождают заключительный этап складчатости в районе сопровождаемой формированием наложенной поперечной складчатости и

имеют уже гранит-пегматитовое заполнение межбудинного пространства. Будинажу здесь подвергаются и дайково-жильные образования, а в зонах скарнирования и сами гранит-пегматиты и замещающие их диопсидовые породы. Межбудинные пространства заполняются при этом кальцит-флогопитовыми телами, либо розовым жильным кальцитом.

В заключении по будинажу следует отметить, что процесс будинирования контролирует образование многих полезных ископаемых района: волластонита, лазурита, апатита (см. рис. 6), диопсида.

Дизъюнктивные структуры

Существующая классификация разломов района практики (табл. 1) наиболее полно их характеризует и удобна для их диагностики, картирования и отвечает задачам практики. Более подробную характеристику можно получить в книге Слюдянский кристаллический комплекс (1981, с. 57–58).

Т а б л и ц а 1

Разломные структуры

Table 1

Fault structures

Отношение к складкам	Основные системы	Морфолого-кинематическая характеристика
Соскладчатые	Продольные к складкам и будинам	Выявляемые при детальном картировании; без милонитизации и катаклаза, т.е. образованы в пластической среде при неравномерном течении вещества пород
	Поперечные к складкам заключительной стадии	Наиболее протяженные и крупноамплитудные; соскладчатые взбросо-надвиги с СЗ падением под углами 40–70°; изредка бластомилонитизация
Позднескладчатые	Продольные	Нарушают складчатую структуру; правосторонние сдвиги-взбросы сумеридионального простирания; все заполнены дайками монзонитов; сместители крутые с падением к ЮЗ и сопровождаются милонитизацией и катаклазом
	Поперечные	Явно более поздние чем продольные и пересекают смещают их; заполнение гранит-пегматитами, пегматитами и флогопитовыми жилами
Постскладчатые	Субмеридиональные	Нет видимой связи со складчатостью; более крупные чем субширотные: длина более сотни метров — первые километры; мощность до 50 м с зонами дробления и перетирания; сместители в основном восточного падения; сбросо-сдвиги; смещают тела гранит-пегматитов
	Субширотные	Относительно редки; мелкоамплитудны; сопровождают, освежая позднескладчатые разрывы, придавая им кайнотипный вид молодых смещений; минерализация: кварц-карбонатные прожилки, иногда дайки кайнозойских базальтов

Геоморфологические особенности

Из геоморфологических особенностей в порядке их распространения в пределах территории практики с севера на юг следует отметить морфоструктуры: озерная впадина Байкала тектонического происхождения, предгорья, отроги и сам хр. Хамар-Дабан — результат воздымания земной коры с формированием Байкальского свода и одноименного уникального континентального рифта, а также прямолинейные уступы и рытвины разломов; морфоскульптуры: соровые озера и заболоченные поймы в устьевых частях рек текущих с хр. Хамар-Дабан, приозерные террасы, аллювиальные и пролювиальные, в том

числе и печально знаменитые селевые формы горных рек и ручьев: поймы, террасы разного уровня, конуса выноса каменного материала со склонов, курумы, обвальные и оползневые образования, денудационные склоновые формы, палеоледниковые: кары, трог, карлинги, долины прорыва, морены разного типа, суффозионные воронки и зандровые поляны.

По наиболее хорошо выраженным в рельефе ледниковым формам и отложениям последней фазы древнего оледенения на Хамар-Дабане В.Н. Олюниным (1969) составлена схема древнего оледенения (рис. 7) и определены размеры этих ледников.

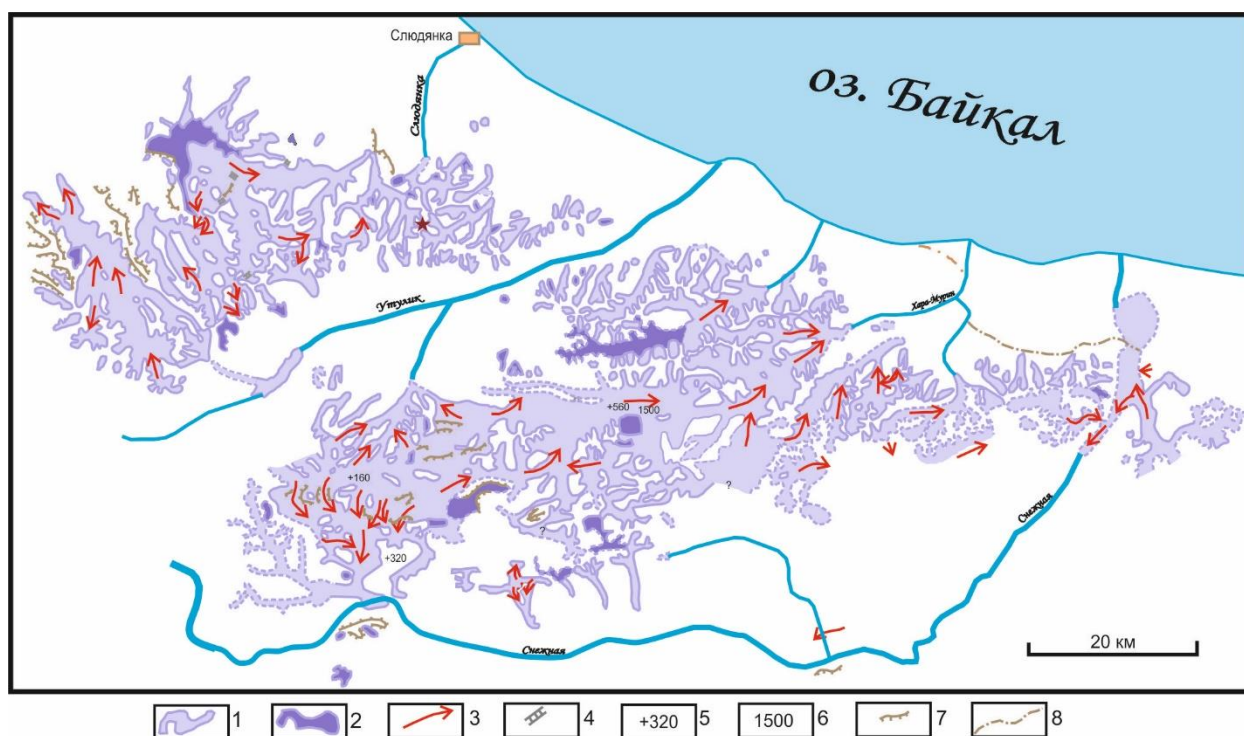


Рис. 7. Схема реконструкции ледников позднелейстоценового оледенения Хамар-Дабана (по В.Н. Олюнин, 1969 с сокращениями и дополнениями).

1 – древние ледники, 2 – древние снежники, 3 – направление движения ледников, 4 – каналы стока ледниковых вод, 5 – мощности ледников, 6 – абсолютная высота подошвы ледников, 7 – уступы плато, 8 – подножие гор.

Fig. 7. Scheme of glacier reconstruction of the late Pleistocene glaciation of the Khamar-Daban (according to V.N. Olyunin, 1969 with abbreviations and additions).

1 – ancient glaciers, 2 – ancient snowfields, 3 – direction of glacier movement, 4 – glacier water flow channels, 5 – glacier thickness, 6 – absolute height of glacier base, 7 – plateau scarps, 8 – foot of mountains.

С рельефообразующей ролью льда и горных ледников в горах практиканты знакомы по учебнику Г.И. Рычагова (Рычагов, 2006, с. 235–252). Ближайшие их представители находятся в Восточном Саяне в районе высокогорного массива Мунку-Сардык. Горных современных ледников или их остатков на территории практики нет. Гляциальный рельеф в южной наиболее высокогорной части территории практики на высотах 2090–950 м оставили их прогрессивные (потому что развивались при положительном балансе поступающих твердых осадков (снега) представители покровно-долинного типа функционировавшие около 24–11 тыс. лет во время первой или начальной фазы сартанского оледенения (по сибирской шкале). Их языки, спускающиеся от центров оледенения, фиксируемые в настоящее время реликтовыми плоскими выровненными площадками на

самых высоких частях хребтов и отрогов, сформировали (заложили или разработали их верхние части) основные современные долины; с какого-то времени в промежутке между максимальными стадиями 24 и 11 тыс лет они начали таять и отступать к своим покровным частям. Отступление ледников периодически останавливалось, что отражалось в рельефе образованием морфоскульптур (каров, вложенных в предыдущие стадии оледенения трог, ригели, курчавые скалы и морены). Первые такие своеобразные стадийные гляциальные формы рельефа (палеокары) в районе пика Черского были сформированы на абсолютных высотах 1160 м; следующая остановка отступающих (регрессивных) ледников позволило льду ледников сформировать кары и трог на высотах 1420–1320 м; далее на рубеже 11 тыс. лет в еще достаточно благоприятной холодной

обстановке при наличии выше по рельефу остатков покровного ледника были сформированы морфоскульптуры на высотах 1720–1620–1520 м; последние регрессивные ледники оставили свои следы (кары, довольно протяженные трог, морены) на абсолютных высотах 1900–1820 м. Это были последние ледники, которые подпитывались (и в тоже время могли разрушаться их талыми водами) от покровно-долинных и стояли вместе с ними в гипертермальный интергляциал 7.5–5 тыс. лет назад.

Списки зафиксированных и описанных нами на практике 2024 г. палеоледников,

высотные уровни их каров, приведены на рис. 8. Показанные на рисунке морфоскульптуры характеризуют современный рельеф высокогорной части территории созданный ледниками: палеокары, палеотроги, ригели, курчавые скалы и отдельные бараньи лбы, различные морены и их элементы строения. Наибольшей сохранностью и хорошей выраженностью в рельефе отличаются гляциальные формы каров северной экспозиции (п/л Казачий, Надказачий, Озерный, Широкий, Надгорелый, Северо-Западный и др.). Эти палеоледники (п/л) опускались ниже и дальше по долинам в сторону Байкала.

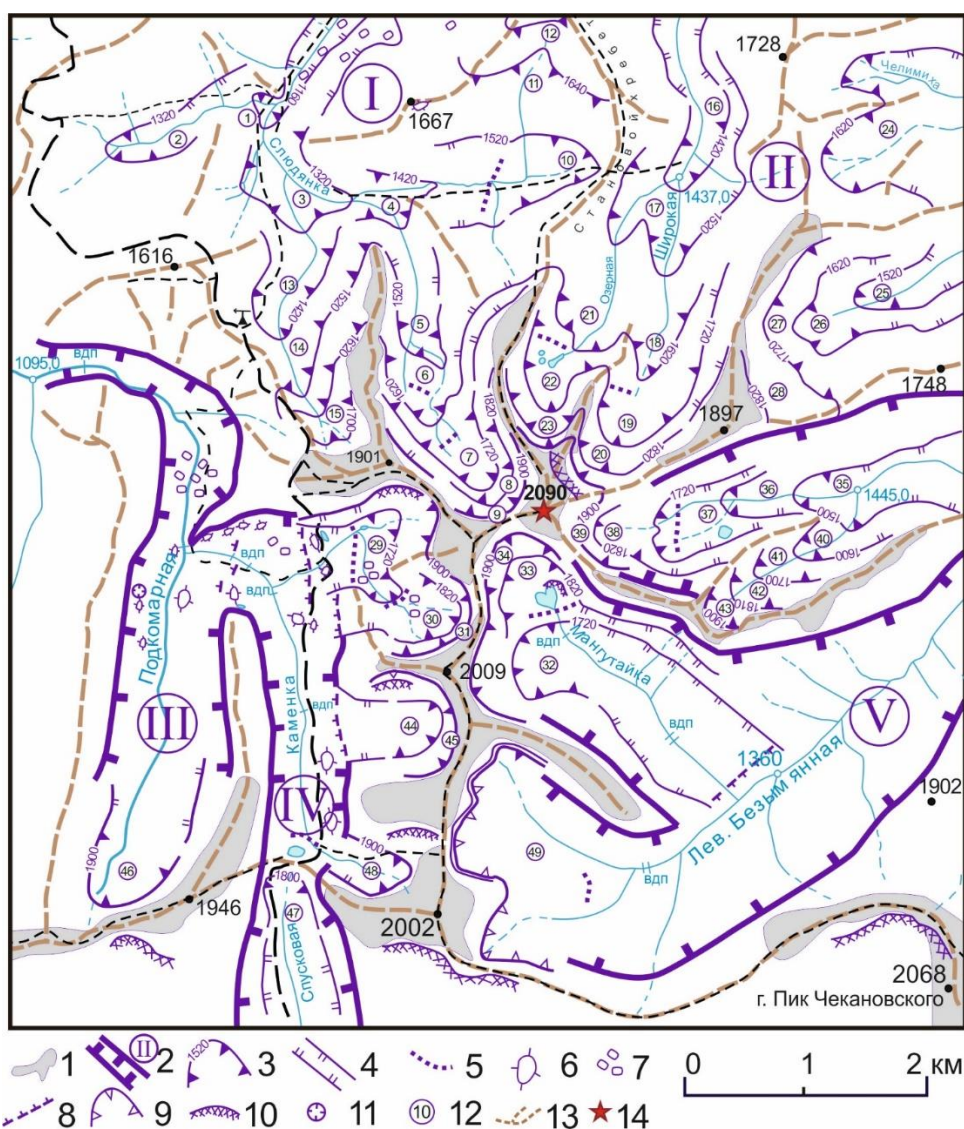


Рис. 8. Некоторые гляциальные формы рельефа в районе пика Черского на Хамар-Дабане, выявленные на практике 2024 года.

1 – реликтовые абразионные поверхности подошвы покровно-долинного ледника Черского, 2 – борта трогов и номера языков покровно-долинного ледника Черского, 3 – кары с отметками высот дна, 4 – трог, 5 – ригели, 6 – бараньи лбы, 7 – крупно-глыбовые морены, 8 – устья висячих трогов, 9 –

нивальные ниши, 10 – снежники, 11 – суффозионные термоворонки, 12 – номера высотных уровней каров, 13 – хребты и отроги, 14 – пик Черского.

Fig. 8. Some glacial landforms in the area of Chersky Peak on Khamar-Daban identified in practice 2024.

1 – relict abrasion surfaces of the Chersky glacier bedrock, 2 – sides of trogues and tongue numbers of the Chersky glacier bedrock, 3 – carriages with bottom elevation marks, 4 – trogues, 5 – ledgers, 6 – ram's foreheads, 7 – large clastic moraines, 8 – mouths of hanging troughs, 9 – nival niches, 10 – snowfields, 11 – suffusion thermal sinkholes, 12 – numbers of altitudinal levels of kars, 13 – ridges and spurs, 14 – Chersky Peak.

Числа в кружках: 1–49 — номера высотных уровней каров палеоледников регрессивной стадии: 1 – Горелый, 2 – Забытый, 3 – Верхнеслюдянский-1, 4 – Верхнеслюдянский-2, 5 – Долгий-1, 6 – Долгий-2, 7 – Долгий-3, 8 – Северо-Западный-1, 9 – Северо-Западный-2, 10 – Подпокровный-1, 11 – Подпокровный-2, 12 – Подпокровный-3, 13 – Казачий, 14 – Надказачий-1, 15 – Надказачий-2, 16 – Кривой, 17 – Широкий-1, 18 – Верхнеправобезымянский-1, 19 – Верхнеправобезымянский-2, 20 – Северо-Восточный-1, 21 – Озерный-1, 22 – Озерный-2, 23 – Северный, 24 – Верхнечелимихенский, 25 – Дальний-1, 26 – Дальний-2, 27 – Дальний-3, 28 – Висячий, 29 – Посетительский, 30 – 3-го Гольца-1, 31 – 3-го Гольца-2, 32 – Мангутайский, 33 – Озера Сердце-1, 34 – Озера Сердце-2, 35 – Тихий-1, 36 – Тихий-2, 37 – Тихий-3, 38 – Восточный-1, 39 – Восточный-2, 40 – Мини-1, 41 – Мини-2, 42 – Короткий-1, 43 – Короткий-2, 44 – Зимний-1, 45 – Зимний-2, 46 – Верхнеподкомарнинский, 47 – Верхнепускской, 48 – Верхнекаменский, 49 – Верхнелевобезымянский; I–V — номера языков покровно-долинного ледника Черского: I – Слюдянский, II – Правобезымянский, III – Подкомарнинский, IV – Каменский, V – Левобезымянский.

На хр. Комар следует обратить внимание на отпрепарированные формы вторичного рельефа, где более стойкие к процессу разрушительного действия экзогенных процессов кайнозойские лавовые потоки сформировали современный инверсионный рельеф исследуемой территории (рис. 9). Когда в неогене лавовые потоки, заполнявшие тальвеги эрозионных долин того времени, врезанные в легко размываемые гнейсово-мраморные породы, занимали пониженное положение, а в

настоящее время в результате длительной денудации венчают водораздельные одновысотные платообразные части хребта. Это произошло благодаря защитной роли бронирующего слоя лавы. Таким образом вытянутые цепочки остатков лавовых покровов могут трассировать направления древних донеогеновых речных долин, выявляя не только морфоскульптуру современной поверхности, но также морфоскульптуру уже снесенных толщ.

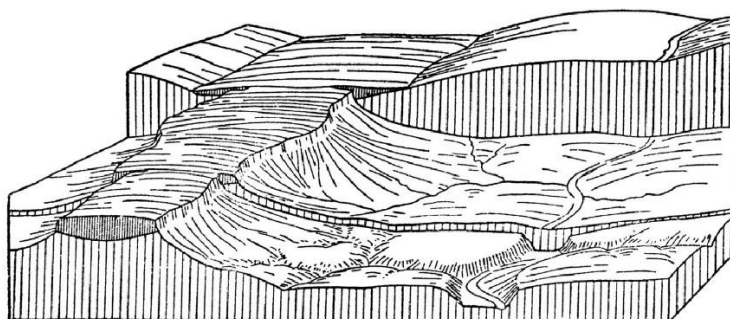


Рис. 9. Схема формирования инверсионного рельефа (по Дэвису из Щукин, 1960, с. 74). На заднем плане первичное положение потока во впадине долины, передний план — вторичное положение того же лавового покрова.

Fig. 9. Scheme of inversion relief formation (according to Davis in Shchukin, 1960, p. 74). In the background is the primary position of the flow in the valley depression, foreground is the secondary position of the same lava cover.

Методические основы организации учебной полевой практики по геокартированию

Современное производственное геологическое картирование — это комплекс полевых геологических исследований большим коллективом разнообразных специалистов геологов, производимых с целью составления геологических карт и выявления перспектив территорий в отношении полезных ископаемых. Геокартирование — это, прежде всего, изучение естественных и искусственных обнажений (выходов на поверхность) горных пород, определение их состава, происхождения, возраста, форм залегания. Геологическое картирование в обязательном порядке сопровождается сбором образцов и проб на различные виды лабораторных анализов пород, минералов и окаменелостей согласно инструкциям, утвержденным министерством, отвечающим за геологию. Характер исследований зависит от масштаба геологической съемки.

Помимо геологических данных по ходу маршрута необходимо фиксировать все геоморфологические и гидрогеологические особенности района работ: определение, описание и выяснение происхождения основных форм рельефа, а также установление их связи с геологическим строением; определять, опробовать, описывать, давая качественную характеристику и определять происхождение природных ключей и минеральных источников.

Хорошим примером организации и проведения полномасштабной геологической съемки с подробным описанием характера, объемов, методов полевых и камеральных исследований является учебно-методическое пособие Г.Я. Абрамович с соавторами (2007).

Полевая практика по геокартированию, описываемая в данном пособии, со студентами Иркутского государственного университета не может охватить всего комплекса геологокартировочных работ и является чисто учебным мероприятием основанным на небольшом объеме учебных часов: у бакалавров профиля Геология это четыре недели (168 часов, 28 дней), а у бакалавров профиля

Геология нефти и газа — в течение двух недель (84 часа, 14 дней).

Составление и оформление графических приложений во время полевых работ на практике

В процессе производства геологической съемки необходимо на топооснове составлять черновые или рабочие геологические карты и карту фактического материала. Эти карты являются обязательными первичными документами и топографические основы для них (бланковки) должны быть подготовлены и изготовлены на опережающей и подготовительной стадии учебной полевой практики. Методическая и практическая работа по составлению графической документации непосредственно во время производства полевых маршрутных исследований довольно подробно освещена в ряде известных руководств и пособий (Геологическая документация..., 1984, с. 54–80; Полевая геология..., 1989, с. 56–60).

Наряду с основными или обязательными картами при производственной геологокартировочной деятельности составляется и ряд других карт: карта изученности территории, структурная карту или тектоническая схема, карта фациального состава пород, **геоморфологическая**, четвертичных отложений, аэровизуальных исследований и т. п.

Карта изученности является вспомогательной и представляет собой обобщенную мелкомасштабную схему (1 : 500 000), на которой показывают все виды геологических съемок и детальных специализированных работ предыдущих исследований с указанием площади, масштаба и времени работ. Данную карту составляют в подготовительный и организационный период геологосъемочных работ.

Рабочие геологические карты (общая и детальных участков)

При создании рабочих геологических карт на топографические основы различных масштабов выносят все номера и местоположения точек наблюдения, визирные линии, линии маршрутов, опорные разрезы, границы осмотренных обнажений, стратиграфические подразделения, фациальные изменения, все

основные литологические типы пород и все зафиксированные геологические границы, места отбора фоссилий, проб, элементы структуры и их ориентировка, линии разломов, месторождения полезных ископаемых, линеаменты неясного происхождения и прочие наблюдения.

Карты составляются разных масштабов в зависимости от поставленных задач и детальности наблюдений. При этом, чем крупнее масштаб, тем больше деталей геологического строения можно нанести на нее (1 : 5 000 – 1 : 25 000). На карте мелкого масштаба (1 : 50 000) могут быть показаны только главные геологические границы, например, между различными свитами или сериями пород, между метаморфическими и магматическими породами, главные разломы и т. п.

Для вынесения геологической информации на вышеописанные карты разработана система условных обозначений или легенда. При этом во время вынесения зафиксированного в маршрутах материала необходимо строго различать наблюдаемое от предполагаемого, последнее обозначается обычно пунктиром.

Карта фактического материала

На карту фактического материала, которая, как и рабочая, должна в обязательном порядке постепенно составляться в ходе производства геологокартировочных работ. На нее наносят в соответствующих условных обозначениях все виды исследованных за полевой период объектов (обнажения, скважины, шурфы, канавы, маршруты, точки и маршруты аэровизуальных наблюдений, а также точки наблюдения и горнопроходческие объекты предыдущих лет, в том числе и других авторов, если они были использованы при составлении геологических и других карт и о них упоминается в геологическом отчете и др. То есть на эту карту на топографической основе (бланковка) выносятся определенными условными знаками нитки (треки или

траектории) маршрутов, точки наблюдения, горные выработки (шурфы, канавы, карьеры), места отбора фоссилий, проб, линии составленных детальных разрезов. Все эти объекты сопровождаются номерами присвоенные им в дневниках и журналах документации.

Календарь полевых геологокартировочных работ

В первый день практики преподавателям необходимо провести **организационное собрание**, на котором студенты должны: 1) изучить технику безопасности при проведении полевых исследований в горно-таежной местности; 2) уяснить цели и задачи практики; 3) прослушать обзорную краткую лекцию по геологическому строению района практики (напомнить студентам содержание практики на первом курсе), истории геологического изучения; 4) кратко ознакомиться с литолого-стратиграфическим разрезом, тектоникой, гидрогеологией, геоморфологией, полезными ископаемыми района, нефтематеринскими свитами (для студентов профиля Геология, разработка месторождений нефти и газа нефти и газа); 5) научиться методам ведения полевого дневника (его должны иметь все студенты, проходящие практику); 6) научиться пользоваться горным компасом и другими приборами необходимыми при геологической съемке (стереоскоп, спутниковый навигатор, дальномер, лазерные рулетки и т. п.); 7) ознакомиться с техникой проведения маршрутов; 8) разделиться на рабочие бригады по 4–5 человек и выбрать бригадира и т. п.

Кроме того в этот день необходимо получить снаряжение, закупить продукты и подготовить рабочий журнал регистрации маршрутов (переходов) и журнал документации горных выработок, распечатать необходимое количество маршрутных карт¹ (по одной на каждую бригаду): маршрутные топокарты, карты-бланковки рабочих геологических и

¹ Практика по геологическому картированию должна быть обеспечена топографическими картами 1 : 50 000 и 1 : 5 000 масштабов на район проведения маршрутов (Слюдянский административный район: хр. Хамар-Дабан, хр. Комар,

район пика Черского, долина р. Слюдянки, берег Байкала мыс Шаманский). Электронные копии карт для распечатки берутся в Интернете по адресу и коду предоставляемые руководителем практики.

карт фактического материала различных масштабов в соответствии с детальными участками практики и на всю территорию.

План полевых работ приведен в табл. 2.

Таблица 2

План проведения полевых работ по учебной практике по геокартированию на Хамар-Дабане

Table 2

Field work plan for the geomapping training practice on Khamar-Daban

Вариант А	Вариант Б
1 день. Организационный	
2А день. Заезд на мыс Шаманский на Байкале	2Б день. Заезд на карьер Бурутугуйский на Комаре (с запасом воды на пять дней)
3А день. Маршрут на мысе Шаманском по изучению култуковской свиты	3Б день. Детальное изучение и составление крупномасштабной карты месторождения в пределах перевальной свиты
4–5А день. Маршрут-переход по дороге по долине р. Слюдянка до моста Перемен (лагерь «Мост Перемен») для изучения перевальной свиты (15 км)	4Б день. Маршрут вниз по дороге для изучения култуковской свиты
6А день. Маршрут на месторождение лазурита Студенческое. После обеда Камеральный день	5Б день. С утра маршрут-переход до лагеря «Комар (Колодец)», а после обеда детальное картирование детального участка «Перевал-2»
7А день. Маршрут-переход до метеостанции «Хамар-Дабан» и детальное ознакомление с геологией глыб морены в районе нового лагеря «Метео-морена»	6Б день. Маршрут по Старо-Комарской дороге до Трубы. После обеда Камеральный день
7Б день. Маршрут-переход до метеостанции «Хамар-Дабан» и детальное ознакомление с геологией глыб морены в районе нового лагеря «Метео-морена»	
8 день. Маршрут на обнажение базальтов над метеостанцией с посещением скального обнажения гранитов в северной части Казачьей Поляны, обзорной площадки, оливиновой горки и ванны чистой подбазальтовой воды на Старо-Комарской дороге. После обеда Камеральный день	
9 день. Маршрут-переход на лагерь детального участка на руч. Посетительском	
10 день. Маршрут в окрестностях лагеря по детальному ознакомлению с геологическим строением курчавых скал	
11 день. Выходной день. Экскурсия на пик Черского (2090 м) и ознакомление с его снежником с северной стороны	
12 день. Маршрут по Старо-Комарской дороге до пер. Чертовы Ворота	
13 день. Маршрут ко 2-му Гольцу и далее по хр. на юг до пика Чекановского (2068 м)	
14 день. Самостоятельный маршрут по серпантинному спуску к метеостанции	
15–16 день. Работа на опорном разрезе и крупномасштабном детальном участке «Посетительском»	
17 день. Камеральный день	
18 день. Выходной день. Поход по тропе руч. Посетительский на оз. Сердце и обратно (экскурсия по гляциальной геоморфологии)	
19 день. Маршрут на водопады руч. Посетительского и р. Подкомарной	
20А день. Маршрут-переход до лагеря «Комар (Колодец)»	20Б день. Маршрут-переход до лагеря «Мост Перемен»
21А день. Маршрут до Трубы	21Б день. Маршрут на Студенческое месторождение лазурита

22А день. Маршрут-переход до Бурутуйского месторождения	22Б день. Маршрут-переход на Шаманский мыс на Байкале
23-24А день. Детальные геолого-картировочные работы на Бурутуйском месторождении в пределах слюдянской серии	23–24Б день. Детальные геолого-картировочные работы в пределах култукской свиты на Шаманском мысе на Байкале
25А день. Камеральный день	25Б день. Камеральный день
26А день. Выход на тракт Монды — Култук и в 18-00 выезд в Иркутск	26Б день. Выход на тракт Слюдянка — Култук и в 18-00 выезд в Иркутск
27–28 день. Окончательное составление, печать и защита отчета	

Полевые работы по практике, в зависимости от возникающих обстоятельств (погоды, наличия транспортных средств и пр.), можно проводить в два варианта: начать работы с Шаманского мыса Байкала (вариант А) или же с Бурутуйского апатит-кварц-диопсидового карьера (вариант Б), что в итоге определяет характер заезда во второй день.

3-4А день — работа на детальном участке в районе мыса Шаманский по изучению култукской свиты, где в процессе детального картирования студенты знакомятся почти со всеми горными породами, известными в районе: мраморами (белыми, розовыми и желтыми), кристаллическими сланцами, чарнокитоидными гранитами и гранитогнейсами с включениями пироксена, флогопит-диопсид-апатитовыми метасоматитами, тектонитами и т. д.

5А день. — маршрут-переход по дороге по долине р. Слюдянка для изучения перевальной свиты. Длина перехода 15 км. По р. Слюдянке, на ее левом берегу, необходимо познакомиться со Слюдянский опорным разрезом², прекрасно описанным в научной сводке-монографии Геологические памятники Байкала (1993, с. 26–31). Здесь же в долине р. Слюдянка, студенты знакомятся с результатами деятельности грозного и страшного явления природы — **селями** и средствами защиты от них.

От г. Слюдянки ход маршрута (х. м.) следует в пределах поймы реки по автомобильной дороге до отвалов карьера Перевал, где следует поискать (рис. 10) голубую сапфировую шпинель и жёлтый минерал быстрит.



Рис. 10. Так происходит изучение отвалов месторождения низкомagneзиальных мраморов «Перевал» — ежегодный поиск голубой шпинели (Коваленко и др., 2023), обнаруженной студентами-практикантами на полевой практике в 2017 г. Фото 0670.

² Прекрасный объект для учебного изучения опорного разреза в качестве примера не на один

маршрутный день, с организацией базового полевого лагеря вблизи него.

Fig. 10. This is how the dumps of the Pereval low-magnesian marble deposit – the annual search for blue spinel (Kovalenko et al., 2023), discovered by student interns during field practice in 2017, are studied. Photo 0670.

6А день. Маршрут на месторождение лазурита Студенческое, где изучить и отобрать образцы лазурита, главколита, монмориллонита, вмещающих карбонатных пород, прорывающих магматических и контактово-метаморфических скарновых, а после обеда заняться первыми камеральными работами на этой практике: вынести маршруты на карты детального участка Шаманский и всего района практики охваченного работами в последнюю неделю, промаркировать и завернуть образцы эталонной коллекции.

7А день. Маршрут-переход (6.5 км) до метеостанции «Хамар-Дабан». По х. м. до конца автомобильной дороги в высыпках и окружающих скалах можно наблюдать различные карбонатные и гнейсовые породы безымянской свиты и прорывающие их граниты, микрограниты, гранит-пегматиты, часто с хорошими проростками кварца и полевого шпата — графического или еврейского камня. А поднявшись на горку от конца автомобильной дороги вы попадете на горизонтальную площадку с вывалами горных пород относящихся к морене, конечный уступ которой фиксируется крутым подъемом тропы от конечного пункта автомобильной дороги. В связи с этим петрографический состав моренных обломков отличается чрезвычайным разнообразием в общем, отвечающим набору горных пород развитых в пределах безымянской свиты.

Далее по х. м. моренные отложения постепенно сменяться редкими коренными силикатных пород безымянской свиты, к которым добавятся мраморы лишь за 500–600 м до выхода тропы на Казачью Поляну.

На лагерной поляне, представленной осыпной мореной из крупных глыб пород безымянской свиты, следует подробно изучить и зарисовать (сфотографировать) их петрографические особенности, процессы метаморфизма и мигматизации, последовательность и характеристику внедрения, минеральные и петрографические особенности состава, а также характер

взаимоотношений между собой всех жильных комплексов. Полученные материалы (зарисовки, фотоснимки, описания) послужат в дальнейшем при изучении геологии безымянской свиты, ее структуры в других маршрутах.

При втором варианте-Б начала полевого периода практики **3Б день** на Бурутуйском месторождении студенты посвящают детальному изучению и составлению крупномасштабной карты месторождения в окрестностях карьера в пределах низов перевальной свиты, для чего широко используют все многочисленные разведочные дороги (рис. 11).

4Б день. Маршрут вниз по дороге на расстояние 4 км для изучения пород верхней части култукской свиты.

5Б день. Маршрут-переход 6 км до базы партии по разведке нового месторождения низкомагнезиальных мраморов, по заявке сотрудников ИЗК СО РАН, открытого в 1975 г., благодаря подарку природы в виде гигантского селя, вскрывшего не менее гигантский пласт гигантокристаллических мраморов. «Мощность этого горизонта составляет около 800 м (против 100–200 м на известных месторождениях Перевал и Комарское), он весьма однороден по составу и строению, представлен гигантокристаллическими мраморами с весьма незначительной (доли процента) примесью кварца, белого диопсида и графита. Среднее содержание MgO составляет менее 1 % (по 18 пробам), что а 2–3 раза меньше, чем на известных» (Слюдянский кристаллический..., 1981, с. 180).

По х. м. в придорожных глыбах редких скальных коренных и канавах прошлых лет проходки изучить породы култукской, перевальной свит слюдянской серии и неогеновых базальтовых покровов. В одной из точек наблюдения необходимо изучить смену глыб базальтовой россыпи с хорошими пузырьстыми полостями на подбазальтовые отложения (галечники Обручева и выходы подбазальтовых подземных вод.



Рис. 11. Карьер месторождения Бурутуйское апатит-кварц-диопсидовых пород с сетью разведочных дорог.

Fig. 11. Burutuyskoye apatite-quartz-diopside deposit quarry with a network of exploration roads.

После обеда студенты производят геолого-картировочные работы на детальном участке «Перевал-2», расположенный на правом склоне Бол. Быстрой и по разведочным дорогам знакомятся с месторождением Перевал-2, по всем параметрам похожего на Перевал (рис. 12, тН 077–079), гигантозернистых кальцитовых низкомагнезиальных мраморов, используемых в настоящее время в качестве цементного сырья. Маршрут по изучению месторождения оставит у вас неизгладимое впечатление от гигантских возвышающихся на десятки метров над головой или низвергающихся вниз мраморных скал заросших зеленым мохом и столетними исполинскими кедррами. Между всем этим диким природным великолепием человеческий гений проложил бульдозерные дороги, резко опускающиеся в темные и сырые распадки-щели или круто взбегающие к яркому солнечному свету с

открытыми светлыми бруснично-черничными полянками.

6Б день. Маршрут по Старо-Комарской дороге от лагеря Комар до Трубы. Этот маршрут не сложен и выполняется на расстояние 3.5–3.8 км по поверхности базальтового плато представляющего из себя крупное месторождение базальта Комарское, подготовленное для добычи в 1982 г. Месторождение официально расположено на водоразделе р.р. Похабиhi и Талой в 4.5 км к западу от западной окраины г. Слюдянки и в 1.5 км от цеха вторичного дробления карьера «Перевал». Географические координаты: 51°39'2.21" с. ш. 103°31'0.75" в. д. В конечной точке маршрута имеется хороший подбазальтовый источник чистой холодной родниковой воды оборудованный с 1971 г. буровой трубой и известный под названием Труба или Скважина.

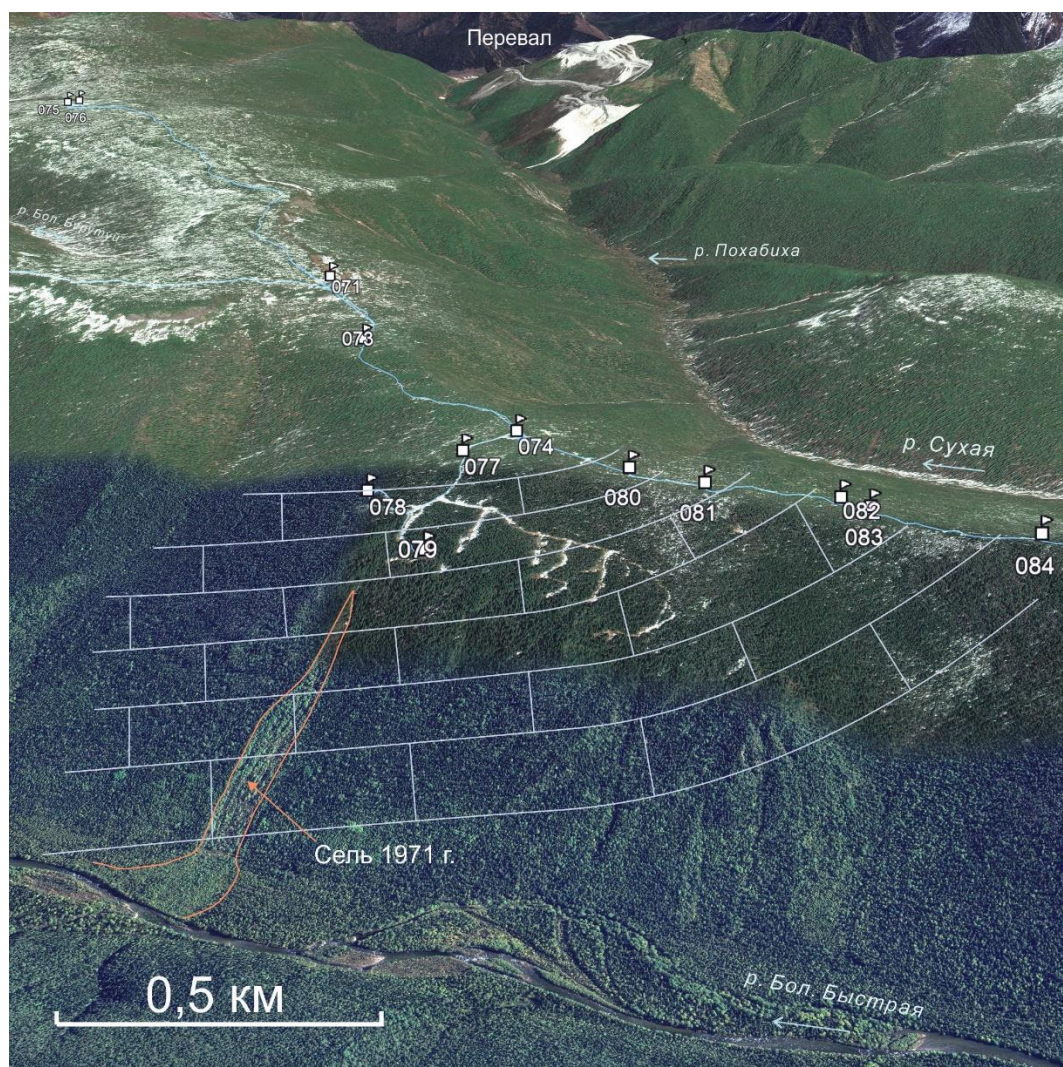


Рис. 12. Перспективный космоснимок сервиса Google Earth месторождения Перевал-2 низкомагнезиальных мраморов на хр. Комар на правом склоне р. Бол. Быстрая, дата съёмки 07.05.2022. Числа — номера тН.

Fig. 12. Prospective Google Earth satellite image of the Pereval-2 deposit of low-magnesian marbles on the Komar Ridge on the right slope of the Bol. Komar Ridge on the right slope of the Bol. Bystraya River, imaging date 07.05.2022. The numbers are tN numbers.

После обеда необходимо, как и при варианте захода со Слюдянки, в 6Б-й день после обеда организовать камеральные работы и вынести все маршруты на карты детальных участков Бурутуйский и Перевал-2, а также на карту фактического материала 1 : 50 000 масштаба всего района охваченного на данный момент практикой, промаркировать и завернуть образцы эталонной коллекции, начать писать разделы отчета, касающиеся изученного в последних маршрутах материала разделов — Стратиграфия, Тектоника, Полезные ископаемые.

7Б день. В этот день необходимо совершить маршрут-переход (13 км) до

метеостанции «Хамар-Дабан», где организовать новый базовый лагерь и детально ознакомиться с геологическим строением моренных глыб в районе лагеря (см. 7А день).

Во время перехода студенты фиксируют, где кончаются крупнозернистые кальцитовые мраморы месторождения Перевал-2 и начинаются породы, другой свиты и серии (название свиты и серии должны определить сами по характерному составу пород).

Примерно на 5.4 км от начала маршрута начнется подъем на новое плато базальтов. Это место будет отмечено прекрасным чистым высокодебетным **ключом подбазальтовых вод**, где рекомендуется пообедать или

приготовить чай, т. к. это будет первая чистая прозрачная вода с начала практики, если не считать воду вчерашнего маршрута на Трубе. Тем более, что до метеостанции останется еще 7.5 км и побаловаться свежей питьевой водой придется только за 1.5 км до метеостанции.

8-й день Внимание, начиная с этого дня, описание совпадает для обоих вариантов практики. В этот день необходимо совершить маршрут на базальтовый покров, что возвышается над метеостанцией. Общая длина маршрута за день составит 5.5 км (4 км х. м. на покров и оконтурить его границы; 1.5 км

посетить Казачью Поляну и изучить граниты, обнажающие в виде больших скал с западного края поляны).

Геология покрова прекрасно рассмотрена в монографии Байкал. Геология. Человек (2011, с. 59; и рис. 13). Оконтурить распространение базальтов надо вдоль Старо-Комарской дороги, где северный край покрова будет дешифрован обильными вывалами гранитных и метаморфических пород, а также выходом подбазальтовых вод, каптаж которых осуществлён в виде приличного размера ванной.

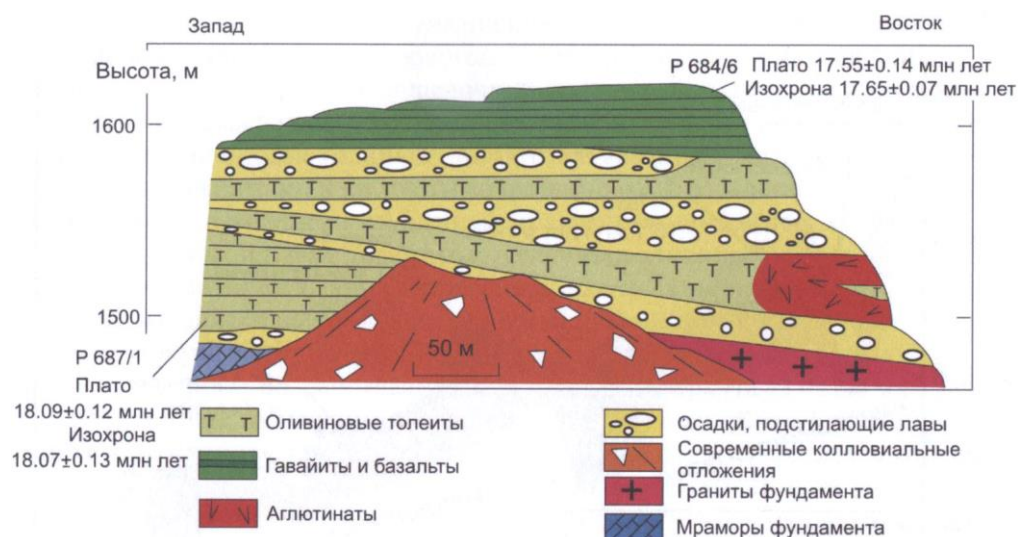


Рис. 13. Зарисовка обнажения осадочно-вулканогенной толщи в районе метеостанции Хамар-Дабан (Байкал. Геология..., 2011).

Fig. 13. Sketch of sedimentary-volcanogenic outcrop in the vicinity of the Khamar-Daban meteorological station (Baikal. Geology..., 2011).

А после обеда организовать камеральный день и написать разделы отчета, касающиеся изученного в последних маршрутах материала разделов — Стратиграфия, Метаморфизм и магматизм, Тектоника и Полезные ископаемые. По каждому вещественному разделу необходимо подобрать эталонные образцы, а по структурному — построить структурные сферограммы.

9-й день. В этот день необходимо переехать на новое место работы. Длина перехода составляет 2.0–2.5 км, вначале необходимо его осуществить по Старо-Комарскому тракту с подъемом с высоты 1440 до 1740 м (300 м) а, после горизонтального участка дороги, спуск 80 м до высоты 1650 м. Время в пути 1 час 30 мин – 1 час 40 мин. Переход

лучше всего осуществить без геологической документации, проведение которой необходимо будет оставить на один из самостоятельных маршрутов студентов в последующие дни (см. 14-й день).

Местность в районе лагеря, выровнена ледниками (рис. 14) и весьма удобна для организации бивуаков с различным количеством людей: вода в ручье Посетительском, купание в ледниковых озерах, валежника в редколесье достаточно.

После обеда необходимо детально ознакомиться с геологией курчавых скал плеча трога, на котором стоит лагерь. Полученные данные оформить в качестве маршрута этого дня.



Рис. 14. Лагерь на курчавых скалах плеча древнего трога на ручье Посетительском. Фото 1476.

Fig. 14. Camp on the mounding rocks of the shoulder of an ancient trail on Visitation Creek. Photo 1476.

10-й день. Работы этого дня заключаются в маршрутном исхаживании и ознакомлении с геологией курчавых скал плеча трога ледника, некогда спускавшегося вниз по долине. Широко развитые здесь граниты прорваны мелкими жилками гранитных пегматитов строгой ориентировки, статистический геометрический анализ ориентировок которых при помощи стереосеток позволит восстановить поле палеонапряжений при их внедрении. Статистический замер трещиноватости вдоль скальных обнажений правого борта трога вдоль руч. Посетительского вблизи лагеря позволит охарактеризовать трещиноватую структуру гранитного массива и определить ориентировку его юго-восточного контакта, прорывающего биотитовые мигматизированные гнейсы безымянской свиты. При изучении геологии близлежащих курчавых скал, сложенных биотитовыми гнейсами безымянской свиты, необходимо замерить в них, гнейсовидность, полосчатость, изучить проявления метаморфизма и

мигматизации, а также зарисовать мелкую синметаморфическую складчатость (шарниры, осевые плоскости, элементы крыльев).

Параллельно с маршрутным исхаживанием вышеуказанной части территории детального участка необходимо произвести глазомерную разметку всего участка, т. е. определить на местности его ширину, длину и расставить главные опорные ориентиры-реперы (пикеты — ПК). Дополнительно на будущее (15 день) необходимо расставить через 20 м пикеты вдоль скальной гряды, идущей вдоль восточного края заболоченного берега озера Черемшанного.

11-й день. Выходной день. Студенты в этот день совершают поход на пик Черского (2090 м), где могут посетить большой снежник с северной стороны пика. Время восхождения 4–5 часов.

12-й день. Маршрут по Старо-Комарскому тракту до пер. Чертовы Ворота. Длина маршрута 3 км в одну сторону. Первые наблюдения следует провести в районе брода

через руч. Посетительский, где за 100 м до брода справа от х. м. начнут встречаться обнажения пород безымянской свиты с хорошими элементами залегания гнейсовидности и мелкими складками. Далее, перейдя вброд ручей, необходимо тщательно задокументировать хорошие обнажения бараньих лбов вокруг прекрасной туристической стоянки с отдельно лежащим вблизи тропы эрратическим валуном. Здесь также можно наблюдать хорошую гнейсовидность, мелкие складочки, мигматитовую полосчатость и др.

...Дойдя до хороших горизонтальных обнажений, отмытых рекой, с красивым водопадом и глубоким каньоном, названным нами в 2024 г. Разломным, т. к. именно на практике 2024 г. мы впервые связали многие явления этого маршрута с меридиональным разломом, простирающимся от детального участка Посетительского до пер. Чертовы Ворота. Здесь необходимо замерить в нескольких пунктах гнейсовидность пород, элементы залегания большой пегматитовой жилы, определить степень метаморфизма, восстановить поле напряжений жильного комплекса. Нельзя оставить без внимания и причину, по которой красивому и суровому каньону было присвоено собственное имя. Для этого необходимо привлечь данные замеров элементов его простираения и освежить в памяти данные маршрута 10-го дня в окрестностях лагеря Посетительского. Без решения этих вопросов и детальной фотодокументации уникального и красивого во всех отношениях обнажения покидать нельзя.

Далее по х. м. от каньона на интервалах 100, 150 м и на 250 м необходимо отметить родники, выходящие прямо в полотне дороги или непосредственной близости из-под основания коренного склона долины. Родники, как и каньон лежат на одной линии с простираением разлома. На 250 м, кроме того, будут наблюдаться хорошие обнажения, в которых можно замерить гнейсовидность, а на 490 м вы выйдете на горизонтальную площадку-поляну протяжённостью по х. м. до 250 м, а

влево и несколько вверх по склону от х. м. на все 300 м.

На 930–950 м будет наблюдаться довольно крутой поперечный к простираению долины скальный хребтик — реликтовые остатки стенки кара, дно которого находилось в котловине, которую только что прошли. Этот кар был засыпан флювиогляциальными отложениями последующих более молодых ледников, располагавшихся выше по долине.

На 1010 и 1170 м будут выходы коренных. В точке наблюдения, находящейся на 1180 м, в гнейсе будет наблюдаться смятый в складку ксенолит. Необходимо сделать как минимум четыре замера контакта ксенолита, чтобы при геометрическом анализе замеров на стереосетке попытаться определить рисунок складчатости, шарнир о осевую поверхность.

Здесь же из-под скалы с ксенолитом бьет хороший ключ подземной воды, отметить который необходимо для оконтуривания все того же разлома, который мы, как и в предыдущих точках наблюдения, продолжаем прослеживать от руч. Посетительского.

Далее непрерывные коренные следуют до 1406 м. На 1210, 1260, 1376, 1394 и 1405 м необходимо замерить гнейсовидность, по которой в камеральный день произвести геометрический анализ складчатости на сферограмме.

На 1744 м находится пер. Чертовы Ворота (абс. высота 1570 м). Здесь в 60 м к западу расположен уникальный «Сад складок», наблюдаемых в основном в глыбах (рис. 15), но есть и небольшое коренное высотой чуть более 1 м, в котором необходимо для геометрического анализа замерить как минимум четыре замера гнейсовидности в одном большом крыле и два замера в других более мелких крыльях. В этом же небольшом обнажении наблюдается кварц-полевошпатовая жила мощностью 0.05–0.1 см и длиной 1.5 м, элементы залегания которой следует замерить, как и дополнительные (для статистической представительности) другие элементы залегания гнейсовидности вмещающей породы.



Рис. 15. Глыба из Сада складок в районе пер. Чертовы Ворота.

Fig. 15. Block from the Garden of folds in the area of the Devil's Gate pass.

На остальных глыбах необходимо потренироваться со студентами в замерах элементов складок: шарниров, осевых плоскостей, крыльев, поупражняться в зарисовках этих складок, определении этапов складчатости, фотографировании. Размер глыб, в которых наблюдаются складки до 1.5–2 м в поперечнике и в них выветриванием прекрасно отпрепарированы формы складок, которые можно рассмотреть со всех сторон.

В заключении маршрута необходимо сфотографировать все складки Сада, сделать панораму оз. Чертового и долины р. Спускowej, которая отличается весной такой высокой лавинной активностью, что летом на склонах долгое время лежат кучи грязного снега и долго не зарастают поврежденные кусты и деревья.

Следует заметить, что только на пер. Чертовы Ворота вы впервые в районе практики встретите карликовую березку или ерник (*Betula nana*).

13-й день. Маршрут ко второму гольцу и далее по хребту до пика Чекановского (2068 м). Маршрут проходит по самой высокогорной части района практики и очень красив. Его следует начинать со Старо-Комарской дороги со сворота к пику Черского и вести по

тропе ко 2-му Гольцу и далее по хребту на юг к пику Чекановского или пер. Чертовы Ворота. Максимальная длина маршрута 20 км, минимальная 10 км — это в случае сворота с хребта к пер. Чертовы Ворота.

14-й день. День самостоятельного маршрута по серпантину к метеостанции и обратно. Длина маршрута 4 км. По х. м. в придорожных глыбах и редких коренных необходимо зафиксировать гнейсовидность, гранитные жилки, определить степень метаморфизма, четко отметить интервалы развития гранитов. Детальность маршрута должна соответствовать масштабу съёмки 1 : 50 000. В конце маршрута в обязательном порядке необходимо сделать выводы о метаморфизме, стратиграфии, общем характере залегания и структуре, а также указать количество пройденных в маршруте пог. км, тН, отобранных образцов, проб, структурных замеров.

15-й день. Следует посвятить тщательной детальной работе на детальном участке Посетительском. Во-первых, произвести документацию опорного разреза (240 м) вдоль скальной стенки заболоченной, некогда озерной котловины Черемшанной. Длину разреза следует пропорционально разделить между

количеством практикантов. Во-вторых, разбить пикетаж и всего детального участка, чтобы завтра все смогли приступить к его геологическому и геоморфологическому картированию.

16-й день. В этот день необходимо произвести работу по геологическому и геоморфологическому картированию детального участка Посетительского, т. е. продолжить работы, начатые в десятый день.

17-й день. Камеральный день. Оформление для отчета опорного разреза и составление рабочих геологической и геоморфологической карт. Выполнение вышеуказанных графических работ непосредственно в поле позволяет оперативно на месте исправлять возникающие проблемы и ошибки, исправить которые в городе уже станет невозможно.

18-й день. Выходной день. Поход по тропе руч. Посетительского на оз. Сердце и обратно (экскурсия по гляциальной геоморфологии), где экскурсанты применяют свои знания по геоморфологии гляциальных форм рельефа.

19 день. Маршрут на водопады руч. Посетительского и р. Каменка следует начать от брода Старо-Комарской дороги через руч. Посетительский и вести вниз по его течению до устья и далее по р. Каменка до ее устья на р. Подкомарной. В процессе изучения геологии студенты решают вопросы: какими породами сложены уступы водопадов, причины возникновения, такие как физико-

механические, так и геоморфологические и тектонические. В геоморфологическом отношении водопадные уступы могут являться стенками каров палеоледников разного возраста. Кроме того, необходимо увязать петрографический состав водопадных гранитов с аналогичными гранитами детального участка Посетительского, тем более что простиранье гранитных тел участка направлено в сторону водопадов.

20 день. Начиная с этого дня вновь варианты маршрутов меняются. Практика с началом на Шаманском мысе (вариант А) территориально продолжается в направлении хр. Комар, а начавшаяся с Бурутуя (вариант Б) — по р. Слюдянке до мыса Шаманского.

Вариант А

Студенты этого варианта уходят в переход по хр. Комар, где по ходу маршрута последовательно изучают породы безымянской и харагольской свит, а в районе лагеря Комар — породы перевальной свиты месторождения низкомагнезиальных мраморов Перевал-2. Кроме того, по х. м. они выявляют и картируют все базальтовые вершинные покровы по характерным признакам: уступы-обрывы с коллювиальными развалами хорошо видимых на космоснимках; современные выходы подземных подбазальтовых вод в более гипсометрически пониженных местах древних речных тальвегов, по которым двигались лавы (рис. 16).

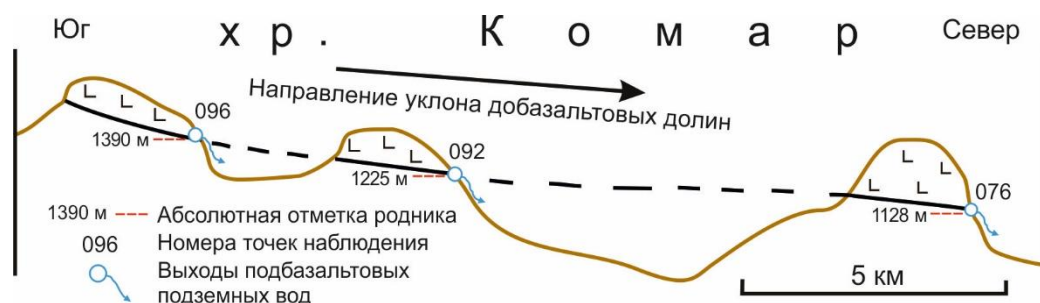


Рис. 16. Выходы подбазальтовых вод в самых нижних частях тальвега добазальтовых долин.

Fig. 16. Subbasalt water outlets in the lowest parts of the thalweg of the pre-basalt valleys.

При этом необходимо учитывать, что базальтовые покровы являются в настоящее время самыми древними (с возрастом 11–18 млн лет) рельефоформирующими, в основном бронирующего характера, геологическими объектами, при этом поверхность

базальтовых покровов в начальный период являлась ареной осадочной аккумуляции, а в настоящее время продукты разрушения базальтов активно участвуют в формировании современных положительных форм, курумов и коллювиальных осыпей. Доказательством

последнего тезиса служат прекрасные вершинные плато-покровы Маргасанской сопки и хр. Комар.

21А день. Маршрут этого дня по Комару в сторону Слюдянки до Трубы уже был подробно описан в шестой день варианта полевых работ со стороны Бурутуя. После обеда все студенты осуществляют картирование детального участка месторождения низкомагнезиальных мраморов Перевал-2 согласно описанию дня 5Б.

22А день. В этот день в шестикилометровом маршруте-переходе до Бурутуйского карьера изучаются породы перевальной и култукской свит, документируются разведочные каналы — памятники горнопроходческого

искусства прошлого века, идущие вдоль дороги.

23-24А дни. Эти два дня посвящаются изучению Бурутуйского апатит-кварц-диопсидового месторождения (рис. 17) и картированию детального участка вокруг карьера.

25А день. Камеральный день. Составление карты фактического материала и рабочих геологических карт (общей по всем последним маршрутам 1 : 50 000 масштаба и по детальным участкам Перевал-2 и Бурутуйский 1 : 5 000 масштаба. Кроме того, следует не забыть составить структурные сферограммы и провести их анализ, а также продолжить написание соответствующих разделов итогового отчета.



Рис. 17. Панорама второй ступени карьера Бурутуйского месторождения сложенная кварц-диопсидовыми с апатитом породами. Фото 0382-83.

Fig. 17. Panorama of the second stage of the Burutuyskoye deposit quartz-diopside rocks with apatite. Photo 0382-83.

Вариант Б

20Б день. Студенты этого варианта уйдут в маршрут-переход по туристической тропе от лагеря Посетительского вначале до метеостанции, далее по долине р. Слюдянка, преодолеют 8.5 км пути и закартируют 5 пог. км маршрута. Маршрут начинается с Казачьей Поляны, т. к. до нее геология уже изучена ранее. Сразу с северного окончания поляны в небольшом ручье наблюдаются обильные вывалы карбонатных пород безымянской свиты, количество которых значительно

уменьшится только через 550 м. Далее пойдут высыпки как карбонатных пород, так и силикатных, принадлежащих безымянской свите, перемежающиеся с не менее частыми вывалами гранитов, гранит-пегматитов.

На интервале маршрута в районе Горелой Поляны следует подняться к нескольким ближайшим скальным обнажениям чуть выше по склону в северо-западном направлении 100–150 м) и описать тН, замерив элементы залегания гнейсовидности или полосчатости в биотит-гранатовых гнейсах или мигматитах, описать окружающий гляциальный рельеф.

Далее по тропе на всем интервале маршрута вам будут попадаться вывалы, иногда очень похожие на развалы коренных, разнообразных пород безымянской свиты, различных гранитоидов и редкие базальтовые обломки — все это будут моренные глыбы ледников некогда двигавшихся по долине Слюдянки. Эти моренные обломки закончатся только на крутом спуске тропы перед началом автомобильной дороги, находящемся в 170–180 м от хорошей ровной полянки с хорошо оборудованным бивуаком Беседка (кострище, беседка туалет, тропа к реке). Выровненная площадка представляет из себя своеобразную зандровую поляну, образовавшуюся за счет накопления флювиогляциальных наносов с более молодых ледников перед конечным или краевым уступом осыпной крупноглыбовой морены более древнего палеоледника.

От конца автомобильной дороги до конца маршрута в вывалах и окружающих скалах студенты наблюдают различные карбонатные и гнейсовые породы безымянской свиты и прорывающие их граниты, микрограниты, гранит-пегматиты слюдянского комплекса, часто с хорошими проростками кварца и полевого шпата — графического или еврейского камня. А через 200 м будет отворот к месторождению лазурита Студенческое, к небольшому карьере которого с лазуритовой минерализацией идет довольно узкая горная тропа длиной 520 м. Строение месторождения следует изучить в завтрашнем маршруте.

21Б день. В этот день с утра студенты предпринимают маршрут на месторождение лазурита Студенческое, отворот тропы на которое находится в 400 м от лагеря. На месторождении изучают и отбирают образцы лазурита, главколита, монмориллонита, вмещающих карбонатных пород, прорывающих магматических и контактово-метаморфических и скарновых пород, а после обеда занимаются камеральными работами: выносят данные последних маршрутов на карту фактического материала 1 : 50 000 масштаба, маркируют и заворачивают в бумагу образцы эталонной коллекции, дописывают разделы отчета, касающиеся изученного в последних маршрутах материала разделов — Стратиграфия, Метаморфизм и магматизм, Тектоника и Полезные ископаемые. По каждому

вещественному разделу необходимо подобрать эталонные образцы, а по структурному — построить структурные сферограммы.

22Б день. Маршрут-переход по дороге по долине р. Слюдянка до Шаманского мыса на Байкале для изучения харагольской и перевальной свит (15 км).

В отвалах карьера Перевал студенты ищут в белых мелкозернистых белоснежных кальцитовых разностях мраморов голубую сапфировую шпинель, и желтый минерал быстрит. А также по ходу маршрута в многочисленных скальных речных прижимах подробно знакомятся с петрографическими разновидностями метаморфических пород перевальной свиты слюдянской серии, замечают гнейсовидность, полосчатость и контакты многочисленных гранитных жил слюдянского комплекса гранит-пегматитов, изучают характер метаморфизма.

На всем интервале маршрута по руслу р. Слюдянка, студенты знакомятся с результатами деятельности грозного и страшного явления природы, известного у людей под названием «Черный каменный дракон», — **селями** и средствами защиты от них. Обзор селевой активности в Прибайкалье см. монографию С.А. Макарова (Макаров, 2012).

23-24Б день. Работа на детальном участке Шаманском в районе мыса Шаманский по изучению култукской свиты. В результате двухдневных полевых исследований на участке необходимо решить проблему появления розовых мраморов и кальцифиров в районе, построить опорный разрез от крайней оконечности мыса на Байкале до автомобильного тракта и составить геологическую карту.

25Б день. Камеральный день. Составление карты фактического материала и рабочих геологических карт (общей по всем последним маршрутам 1 : 50 000 масштаба и по детальному участку Шаманский 1 : 5 000 масштаба).

26-й день. Сборы и выезд с полевых работ в г. Иркутск.

Окончательное оформление и защита итогового отчета

27-й день. Составление окончательного варианта отчета по результатам геолого-

картировочных полевых работ. При составлении и оформлении отчета студенты используют имеющиеся на факультете компьютерные программы: MS Word (набор и редактирование текста), CorelDraw (создание и редактирование векторных карт, схем и рисунков), CorelPhotoPaint (редактирование растровых рисунков, копий и фотографий), GoogleEarth (для выноски материалов спутниковых навигаторов на космоснимки), MapSource (редактирование, анализ и получение данных со спутниковых навигаторов) и др.

28-й день. Окончательное оформление, распечатка и защита отчета.

Заключение

В процессе геокартирования студенты по ходу практики знакомятся с различными месторождениями полезных ископаемых, добываемых в настоящее время и в недалёком прошлом в Слюдянском районе. Это, прежде всего, многочисленные месторождения карбонатного сырья: Перевал в Слюдянке, многочисленные месторождения в окрестностях

Слюдянки: флогопит, розовый мрамор, волластонит, диопсид, лазурит, лунный камень, амазонит и др. А собранный на практике в маршрутах материал, как правило, дополнительно обрабатывается в начале нового учебного года и делаются научные сообщения-доклады на студенческой и других конференциях. Предполагаемые темы сообщений: 1) Голубая сапфировая шпинель месторождения низкомагнезиальных мраморов «Перевал»; 2) Гляциальные формы рельефа северо-западной части Хамар-Дабана; 3) Цветные и поделочные камни Слюдянского района; 4) Особенности организация и проведение практики по геокартированию на Хамар-Дабане; и т. п.

Кроме описанного в этой статье и приведенных в предыдущей статье (Коваленко и др., 2023) посвященным полевым практикам по геокартированию выявились дополнительные перспективные варианты практики в виде научных исследований в многодневных маршрутах в окрестностях Хамар-Дабанского полигона (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Полигоны возможных тематических исследований в виде полевой учебной практики по геокартированию на Хамар-Дабане

Table 3

Polygons of possible case studies in the form of a field training practice on geomapping on Khamar-Daban

№ п/п	Название полигона и общая протяженность маршрутов	Маршруты	Геологические объекты для изучения
1.	Научно-исследовательский многодневный маршрут, 55 пог. км	В район гор Хамар-Дабана Вершина Босан (2275 м) 20 км от пер. Чертовы Ворота и Вершина Маргасан (2278 м) 32 км от пер. Чертовы Ворота	Разрез хамар-дабанской серии нижнего протерозоя, как продолжение разреза слюдянской и хангарульской серий, 2) выявление и описание более высоких уровней каров оледенения в Хамар-Дабане
2.	Камнесамоцветы Прибайкалья, 35 пог. км	Хр. Комар, рр. Слюдянка, Талая, Безымянная,	Месторождения лазурита, амазонита, лунного камня, розовой и голубой шпинели и др.
3.	Район месторождений Малобыстринского лазурита и щелочных сиенитов, 20 пог. км	Карьеры месторождений, маршрут по Мал. Быстрой и водоразделу ее с Лазурской	Лазуритовая ассоциация минералов, щелочные сиениты, гондитовая минерализация
4.	Зун-Мурино на базе ИЗК СО РАН	Прекрасные обнажения по берегам р. Зун-Мурино	Изучение разреза слюдянской и хангарульской серий в зоне низкого метаморфизма в западной части хр. Хамар-Дабан

Литература

Абрамович Г.Я., Галимова Т.Ф., Примина С.П.
Организация и проведение работ по

геологическому картированию : учеб.-метод. пособие. Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. 79 с.

Байкал. Геология. Человек / сост.: М.И. Грудинин, И.С. Чувашова. Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2011. 239 с.

Васильев Е.П. Анализ перекрестной складчатости Слюдянского района (Юго-Западное Прибайкалье) // Геотектоника. 1973. № 3. С. 78–87.

Геологическая документация при геологосъемочных и поисковых работах / А.И. Бурдэ, А.А. Высоцкий, А.Н. Олейников и др. Ленинград : Недра, 1984. 271 с. (Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1 : 50 000. Вып. 14. Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-т).

Геологические памятники Байкала / сост.: Г.В. Рязанов. Новосибирск : ВО «Наука», Сибирская издательская фирма, 1993. 160 с.

Коваленко С.Н. Учебная полевая практика по геологической съемке на Байкале : учеб. пособие. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2016. 183 с.

Коваленко С.Н. Учебная полевая практика по геокартированию на геологическом факультете Иркутского университета / С.Н. Коваленко, И.К. Декабрев, А.А. Юрьев, И.А. Богданова // Геология и окружающая среда : электрон. науч. журн. 2023. Т. 3, № 2. С. 132–164. DOI 10.26516/2541-9641.2023.2.132.

Макаров С.А. Сели Прибайкалья. Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2012. 111 с.

Олюнин В.Н. Древнее оледенение Хамар-Дабана // География и геоморфология Азии. Москва : Наука, 1969. С. 174–191.

Полевая геология. Справочное руководство: В 2 кн. / под ред. В.В. Лаврова, А.С. Кумпана. Ленинград : Недра, 1989. Кн. 1: 400 с. Кн. 2: 455 с.

Рычагов Г.И. Общая геоморфология : учебник. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. 416 с.

Слюдянский кристаллический комплекс / Е.П. Васильев, Л.З. Резницкий, В.Н. Вишняков, Е.А. Некрасова. Новосибирск : Наука, 1981. 197 с.

Шафеев А.А. Докембрий Юго-Западного Прибайкалья и Хамар-Дабана (стратиграфия и метаморфизм). Москва : Изд-во Наука, 1970. 179 с.

Щукин И.С. Общая геоморфология. В 2-х томах. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1960. Т. I: 615 с.

References

Abramovich G.Ya., Galimova T.F., Primina S.P. Organization and carrying out works on geological

mapping : textbook. Irkutsk : Izd-vo Irkutsk State University, 2007. 79 p.

Baikal. Geology. Man / compiled by: M.I. Grudin, I.S. Chuvashova. Irkutsk : Izd-vo Irkutsk State University, 2011. 239 p.

Vasiliev E.P. Analysis of cross folding of the Slyudyanka area (South-West Pribaikalye) // Geotectonics. 1973. No. 3. P. 78–87.

Geological documentation for geological survey and prospecting works / A.I. Burde, A.A. Vysotsky, A.N. Oleinikov et al. Leningrad : Nedra, 1984. 271 p. (Methodical manual on geologic survey on a scale of 1 : 50 000. Issue. 14. All-Union Scientific Research Geological Institute).

Geological monuments of Baikal / compiled by G.V. Ryazanov: G.V. Ryazanov. Novosibirsk : VO “Nauka”, Siberian Publishing Company, 1993. 160 p.

Kovalenko S.N. Training field practice on geological survey on Baikal : textbook. Irkutsk : Izd-vo Irkutsk State University, 2016. 183 p.

Kovalenko S.N. Training field practice on geomapping at the Faculty of Geology of Irkutsk University / S.N. Kovalenko, I.K. Dekabrev, A.A. Yuryev, I.A. Bogdanova // Geology and Environment : electronic scientific journal. 2023. Vol. 3, No. 2. P. 132–164. DOI 10.26516/2541-9641.2023.2.132.

Makarov S.A. Selie Pribaikalya. Irkutsk : Izd-vo In-ta geografiya im. V.B. Sochava SB RAS, 2012. 111 p.

Olyunin V.N. Ancient glaciation of Khamar-Daban // Geography and Geomorphology of Asia. Moscow : Nauka, 1969. P. 174–191.

Field geology. Reference Manual: In 2 books / ed. by V.V. Lavrov, A.S. Kumpan. Lavrov, A.S. Kumpan. Leningrad : Nedra, 1989. Book 1: 400 p. Book 2: 455 p.

Rychagov G.I. General geomorphology : textbook. 3rd ed., rev. and ext. Moscow : Izd-vo Mosk. un-ta : Nauka, 2006. 416 p.

Slyudyanka crystalline complex / E.P. Vasiliev, L.Z. Reznitsky, V.N. Vishnyakov, E.A. Nekrasova. Novosibirsk : Nauka, 1981. 197 p.

Shafeev A.A. Precambrian of the South-West Pribaikalia and Khamar-Daban (stratigraphy and metamorphism). Moscow : Izd-vo Nauka, 1970. 179 p.

Shchukin I.S. General geomorphology. In 2 volumes. Moscow : Izd-vo Mosk. un-ta, 1960. Vol. I: 615 p.

Коваленко Сергей Николаевич,

кандидат геолого-минералогических наук,
664025, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет, геологический факультет,
доцент кафедры динамической геологии,
тел.: (3952)20-16-39,
email: igpug@mail.ru.

Kovalenko Sergey Nikolaevich,

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
664025, Irkutsk, Lenin st., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
Associate Professor of the Department of Dynamic Geology,
tel.: (3952)20-16-39,
email: igpug@mail.ru.

Найданов Намсарай Дамбаевич,

664025, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет, геологический факультет,
студент 3-го курса,
тел.: 89960230337,
электронная почта: namsarajnajdanov812@gmail.com.

Naidanov Namsarai Dambaevich,

664025, Irkutsk, Lenin st., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
3rd year student,
tel.: 89960230337,
email: namsarajnajdanov812@gmail.com.

Бондаренко Александр Михайлович,

664025, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет, геологический факультет,
студент 3-го курса,
тел.: 8904154585/

Bondarenko Alexander Mikhailovich,

664025, Irkutsk, Lenin st., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
3rd year student,
tel.: 8904154585.

Тугарёв Семен Денисович,

664025, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет, геологический факультет,
студент 3-го курса,
тел.: 89041500603,
электронная почта: tugarevs1999@mail.ru.

Tugarev Semyon Denisovich,

664025, Irkutsk, Lenin st., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
3rd year student,
tel.: 89041500603,
email: tugarevs1999@mail.ru.

Ева Александровна Трубачева,

664025, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 3,

*Иркутский государственный университет, геологический факультет,
студент 3-го курса,
тел.: 89526160482,
электронная почта: evatrubacheva@icloud.com.*

Trubacheva Eva Aleksandrovna,
664025, Irkutsk, Lenin st., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
3rd year student,
tel.: 89526160482,
email: evatrubacheva@icloud.com.

Орлов Григорий Михайлович,
664025, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет, геологический факультет,
студент 3-го курса,
тел.: 89149570730,
электронная почта: grigorij.orlov.2000@mail.ru.

Orlov Grigory Mikhailovich,
664025, Irkutsk, Lenin st., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
3rd year student,
tel.: 89149570730,
email: grigorij.orlov.2000@mail.ru.

Богданова Ирина Анатольевна,
664025, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет, геологический факультет,
старший преподаватель,
email: irinairk@gmail.com.

Bogdanova Irina Anatolievna,
664025, г. Irkutsk, Lenin st., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
Senior Lecturer,
email: irinairk@gmail.com.
