

## Научная, профессиональная, учебная и педагогическая практика

УДК 574.9

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2023.2.132>

### Учебная полевая практика по геокартированию на геологическом факультете Иркутского университета

С.Н. Коваленко<sup>1</sup>, И.К. Декабрёв<sup>2</sup>, А.А. Юрьев<sup>2</sup>, И.А. Богданова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

**Аннотация.** В статье дается подробная характеристика всех геологических образований представленных: возрастом от архейского акрона до кайнозойской эры; осадочными породами различных стратиграфических подразделений, разновозрастными магматическими комплексами, метаморфическими и динамометаморфическими породами и последовательностью их образования; современными рыхлыми образованиями склонового, пролювиально-селевого, озерного, аллювиального, гляциального, солифлюкционного и др. генезиса; полезными ископаемыми и органическими остатками, складками и разрывами различной морфологии и генезиса в пределах нескольких ключевых участков Прибайкалья и окрестностей г. Иркутска, которые приходится изучать студентам на учебной полевой практике по геокартированию, после второго курса обучения в Университете. В процессе геокартирования студенты обучаются методам картирования и камеральной обработки всех этих геологических образований и предоставляют свои результаты в виде научно-производственного отчета в конце практики.

**Ключевые слова:** учебная полевая практика по геокартированию, методы и объекты учебного геологического картирования Прибайкалья и окрестностей г. Иркутска.

### Educational field practice in geomapping at the Faculty of Geology of Irkutsk University

S.N. Kovalenko<sup>1</sup>, I.K. Dekabryov<sup>2</sup>, A.A. Yuryev<sup>2</sup>, I.A. Bogdanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

<sup>2</sup>Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

**Abstract.** The article provides a detailed description of all geological formations represented by: ages from the Archean Acron to the Cenozoic Era; sedimentary rocks of different stratigraphic units, different-age magmatic complexes, metamorphic and dynamometamorphic rocks and the sequence of their formation; modern loose formations of slope, proluvial-gravel, lake, alluvial, glacial, solifluctional and others minerals and organic remains, folds and discontinuities of different morphology and genesis within several key areas of the Baikal region and the vicinity of Irkutsk, which have to be studied by students at the educational field practice on geomapping, after the second year of study at the University. In the process of geomapping students are trained in methods of mapping and cameral processing of all these geological formations and presenting the results in the form of a scientific and production report at the end of the practice.

**Keywords:** educational field practice in geomapping, methods and objects of educational geological mapping of the Baikal region and the surrounding area of Irkutsk.

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.

Задачами учебной практики по геологическому картированию являются:

— овладение методикой проведения геологических маршрутов;

— приобретение практического опыта в проведении полевых геолого-съёмочных маршрутов с выполнением сопутствующей геологической документации;

— приобретение навыков по изучению и описанию опорных геологических разрезов осадочных пород, метаморфических и магматических тел;

— изучение и документация пликативных и дизъюнктивных дислокаций, пунктов проявлений полезных ископаемых, ведение геоморфологических, экологических наблюдений, получение практических навыков документации обнажений;

— овладение методикой составления геологического отчета по собственным данным;

— сбор материалов для курсовых проектов и работ по дисциплинам последующих курсов, а также для самостоятельной научной работы.

Практика проводится на втором курсе по окончанию четвертого семестра обучения. Она является неотъемлемой частью курсов «Структурная геология» и «Геологическое картирование», относимых к базовой части программы высшего образования для направления 05.03.01 «Геология», направлена на приобретение навыков полевых геологических исследований, закрепляемых на обязательной геологической практике. Практика необходима для освоения последующих курсов по петрографии, исторической геологии, основам учения о полезных ископаемых, геотектонике и геодинамике,

геоморфологии и четвертичной геологии, региональной геологии и др.

Перед выездом на практику у студента должны быть сформированы нижеследующие твердые знания по структурной геологии и геологическому картированию, которые они должны закрепить при работе в полевых условиях учебной практики:

1) знать геохронологические и стратиграфические подразделения докембрия и, особенно, позднего протерозоя (рифейский эон и вендский период), раннего палеозоя, мезозоя и кайнозоя;

2) быть знакомы с осадочными, магматическими, метаморфическими и особенно динамометаморфическими породами (известняки, доломиты, мергели, песчаники, кварцевые песчаники, алевролиты, аргиллиты, гравелиты, конгломераты, порфиридные граниты, граниты, пегматиты, какириты, катклазиты, милониты, бластомилониты, а также с породами высоких степеней метаморфизма, сланцы (хлоритовые, серицитовые, карбонатные), кварциты, кварц-карбонатные породы, метапесчаники, мраморизованные известняки, мигматиты, гранитогнейсы, гнейсы, мраморы и кальцифиры, скарны и т. д.;

3) иметь представление об органических остатках: строматолитах, фитолитах, растительных остатках юрского периода;

4) знать структурные формы различного масштаба: слоистость и слойчатость (косая, знаки ряби, трещины высыхания и т. п.), сланцеватость, линейность (минеральная, бугорчатость, штрихи скольжения, шарниры мелких складок, линии пересечения плоскостных элементов и т. п.), осевая плоскость, кливаж, главный кливаж или кливаж осевой поверхности, будинаж, главные складки, асимметричные дополнительные складки;

5) уметь определять и замерять типы складок их шарниры, осевые плоскости, как мелких макроскопических складок, так и больших невидимых в пределах изучаемых маршрутах обнажений, крупных или главных складок как на геологических картах, так и в полевых условиях;

6) уметь определять сбросы, взбросы, сбросо- и взбросо-сдвиги и тому подобные дизъюнктивные структуры различного мас-

штаба, знать и использовать правило пяти «п», метод определения кинематики смещений по зеркалам скольжения с использованием правил Гофера и Антигофера (Ружич, Рязанов, 1977);

7) уметь строить розы-диаграммы и сферограммы трещин и структурных элементов;

8) уметь строить выходы слоев в рельефе (структурных плоскостей) на крупномасштабных картах, используя изогипсы и стро-тоизогипсы;

9) хорошо уметь пользоваться горным компасом, быстро и точно замерять элементы залегания (азимут простирания, азимут падения, угол падения плоскости и угол погружения линии) плоскостных и линейных геологических объектов (слоистости, слойчатости, полосчатости, трещин, разломов), осевых плоскостей и шарниров мелких складок, минеральной линейности, штрихов и борозд на зеркалах скольжения и т. п.);

10) уметь пользоваться топографическими картами масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000 и 1:100 000.

Продолжительность практики по геокартированию — четыре недели (216 часов), по геологической съемке две недели (108 часов) — с 30 мая по 12 июля.

Учебные исследования по геологическому картированию и геологической съемке

проводятся в полевых условиях, максимально приближенных к будущей профессиональной деятельности, под руководством опытного наставника. В помощь студентам, проходящим практику и преподавателям ее проводящим, имеется учебное пособие (Коваленко, 2016). Удобные, давно освоенные, полигоны для практики расположены в Иркутском районе на Байкале, по долине р. Олха и в окрестностях г. Иркутска, а также в Слюдянском районе на Хамар-Дабане (рис. 1, таблица). Кроме хорошо освоенных полигонов имеются и перспективные полигоны, на которых проводились практики в предыдущие годы, и интересные многодневные маршруты. Это, прежде всего Куртунский полигон (окрестности пос. Куртун, рр. Куртун, Шаманка, Бугульдейка, примерно 40 пог. км), многодневный маршрут по автомобильной дороге между поселками Мал. Голоустное – Бугульдейка (примерно 75 пог. км), на этих двух полигонах можно изучить типовые разрезы позднерифейского байкальского комплекса; полигон в окрестностях пос. Шаманка на р. Иркут, где студенты могут расширить свои знания по Иркутской контактовой зоне раннепалеозойско-рифейского комплекса с образованиями фундамента Сибирской платформы (примерно 65 пог. км).

Т а б л и ц а

**Полигоны тематических исследований полевой учебной практики по геокартированию**

Table

**Case study polygons of the field training practice in geomapping**

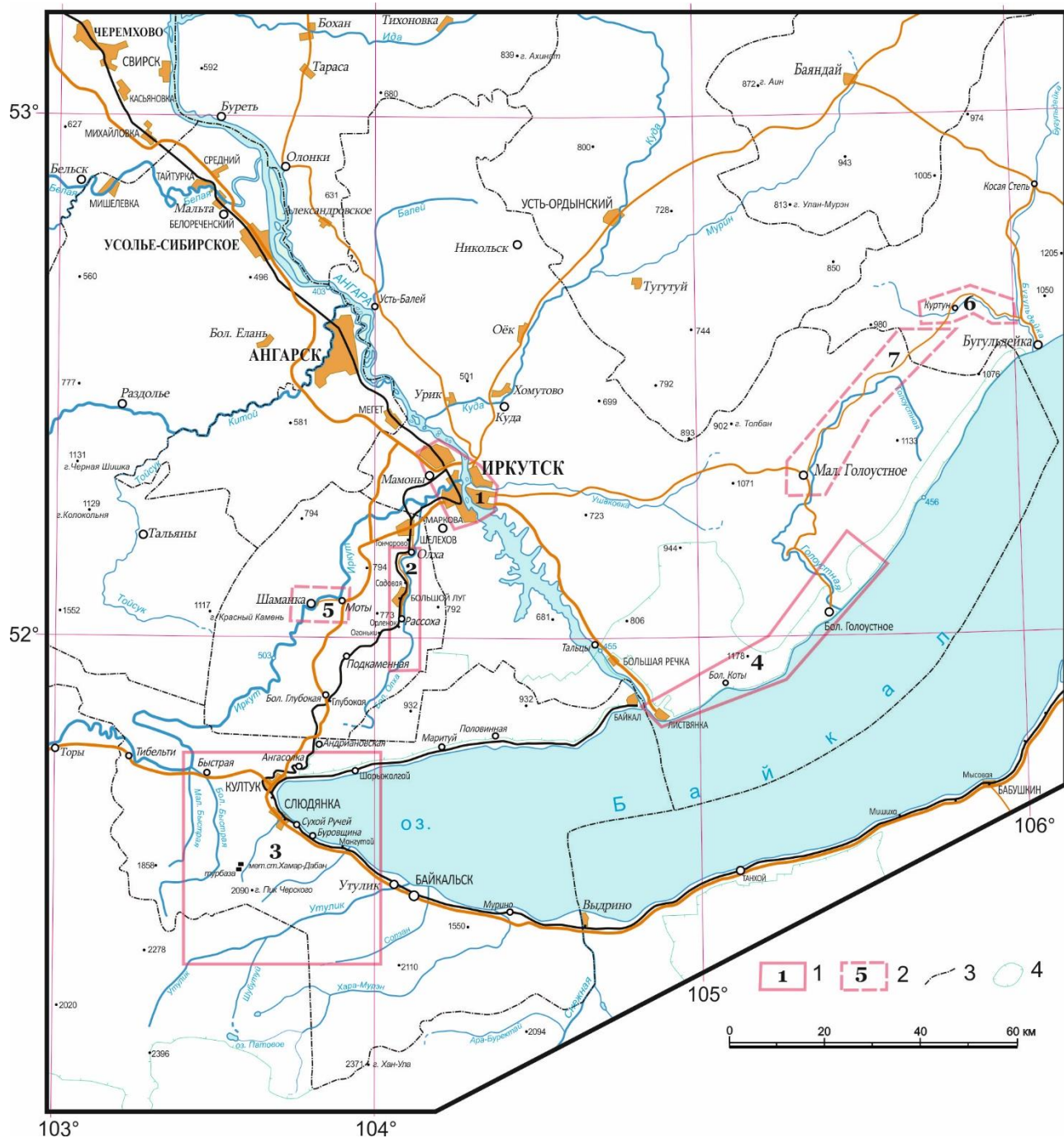
№ п/п	Название полигона и общая протяженность маршрутов	Маршруты	Геологические объекты для изучения
	Иркутский 15–20 пог. км	Левый берег Иркутского вдхр, устье р. Кая – берег р. Иркут – курорт Ангара	Песчаники, алевролиты, аргиллиты и прослойки бурого угля, отпечатки юрских растений и стволов деревьев
		Природный камень в архитектуре районов г. Иркутска	По районное описание использования природного камня в архитектуре города с предоставлением отдельного отчета
	Олхинский 36,5–46 пог. км	От о/п Олха до бывшего пионерлагеря Рекорд (вблизи о/п Садовая ВСЖД) по правому берегу р. Олха	Осадочные карбонатные породы кембрийской и вендской систем, гидрогеологические исследования родников, месторождения известняков, Иркутской минеральной воды

		Правый и левый берега р. Олхи в окрестностях поселков Бол. Луг и Рассоха	Вендские и рифейские осадочные породы чехла Сибирской платформы и метаморфические и магматические породы докембрия кристаллического фундамента
		От о/п Орленок ВСЖД до скальников Витязь, Идол и др.	Саянский комплекс гранитов, статистический анализ трещиноватости, расшифровка причин сохранности причудливых форм скальников, Олхинское месторождение гранитов
Хамар-Дабанский 77–85 пог. км		Мыс Шаманский на Байкале, придорожные выемки по тракту	Низы слюдянского кристаллического комплекса (култукская свита), гранулиты, разнообразные плутонические породы, лазуритовые копи р. Талой
		По р. Слюдянка до пика Черского и пер. Чертовы Ворота и возвращение по хр. Комар с заходом на Бурутуйское месторождение апатита	Метаморфические и магматические породы слюдянского кристаллического комплекса (слюдянская, хангарульская серии), месторождения волластонита, флогопита, низкомагнезиальных и розовых мраморов, апатита, лазурита, базальта. Ледниковые и пролювиальные формы рельефа
		Хр. Комар, рр. Слюдянка, Талая, Безымянная	«Камнесамоцветы Прибайкалья»: месторождения лазурита, амазонита, лунного камня, розовой и голубой шпинели и др.
Байкальский 90 пог. км		Окрестности пос. Листвянка на Байкале по ББТ до р. Черной;	Метаморфические и магматические породы шарыжалгайского архейского комплекса, раннепротерозойские порфириформные гранитоиды приморского комплекса, статистический анализ трещин и геометрический анализ складчатости
		Окрестности пос. Бол. Коты и ББТ на интервале от р. Черная до пади Варначка	Порфириформные граниты раннепротерозойского приморского комплекса, юрские конгломераты, пролювиальные конуса выноса байкальских паддей, Ангарский надвиг. Изучение и анализ тектонической трещиноватости с использованием метода Гзовского и метода поясов Даниловича
		Интервал ББТ от пади Варначка до пади Нижняя	Юрские конгломераты (петрографический анализ) и осадочные породы качергатской свиты байкальского трехчленного рифейского комплекса, Ангарский надвиг по р. Нижней
		Интервал ББТ от р. Нижней до пади Мал. Кадильная	Осадочные карбонатные породы улунтуйской свиты байкальского комплекса, месторождения извести, строматолиты, карстовые пещеры
		Интервал ББТ от пади Мал. Кадильная до пади Семениха	Осадочные породы улунтуйской и голоуспенской свит, олистостромовый комплекс, геометрический анализ складчатости, проявление минеральных квасцов
		Окрестности пос. Бол. Голоуспенное и нижнее течение р. Голоуспенная, по ББТ до пещеры Охотничья	Контакт осадочного чехла с фундаментом Сибирской древней платформы, породы голоуспенской свиты, нижнепротерозойские метаморфические и магматические породы, месторождение кварцитов, строматолиты
Шаманский ~65 пог. км		Окрестности пос. Шаманка на р. Иркут	Палеозойские, вендские и рифейские осадочные породы чехла Сибирской платформы и метаморфические и магматические породы докембрия кристаллического фундамента
Куртунский ~40 пог. км		Окрестности пос. Куртун, рр. Куртун, Шаманка, Бугульдейка	Осадочные породы нижнего палеозоя и байкальского трехчленного рифейского комплекса



Голоустненский ~90 пог. км	Многодневный маршрут по автомобильной дороге между поселками Мал. Голоустное – Куртун – Бугульдейка	Осадочные породы нижнего палеозоя и байкальского трехчленного рифейского комплекса
-------------------------------	---	--

Примечание. ББТ — Большая байкальская тропа; о/п ВСЖД — остановочный пункт Вост. Сиб. железной дороги; вдхр — водохранилище; местоположение полигонов см. рис. 1.



**Рис. 1.** Обзорная схема полигонов практики. При составлении схемы использованы материалы карты Иркутская область (2012).

1 – контуры полигонов практики (цифрами обозначены: 1 – Иркутский; 2 – Олхинский; 3 – Хамар-Дабанский; 4 – Байкальский); 2 – контуры перспективных полигонов (цифрами обозначены 5 – Шаманский; 6 – Куртунский; 7 – Голоустненский); 3 – границы административных районов; 4 – границы Прибайкальского и Тункинского национальных парков.

**Fig. 1.** Overview scheme of the practice sites. The map of the Irkutsk region (2012) was used for the scheme.

1 – contours of the practice ranges (numbers indicate: 1 – Irkutsk; 2 – Olkhinsky; 3 – Hamar-Dabansky; 4 – Baikalsky); 2 – contours of promising polygons (numbers marked 5 – Shamansky; 6 – Kurtunsky; 7 – Holoustnensky); 3 – borders of administrative regions; 4 – borders of Pribaikalsky and Tunkinsky national parks.

1. Как правило за четыре недели практики студенты совершают 15–17 маршрутов (170–180 погонных километров), в которых каждый студент описывает до 100 и более точек наблюдения, отбирает свыше 50 шт. рабочих штуфов и, как правило, один или два музейных образца; детально документирует 50–100 м разрезов; производит 50–70 зарисовок деталей строения геологических объектов и делает 150 фотографий; замеряет свыше 200 структурных элементов и около 400 трещин. По собранному в маршрутах статистическому структурному материалу студенты в камеральные дни составляют 5–7 сферограмм и статистических круговых диаграмм петрографического состава конгломератов. Ежегодно изучается дебет как минимум пяти родников. С группой, где длительность практики составляет две недели, вышеприведенные количественные параметры практики следует уменьшить на треть.

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, прекрасно усвоившим работу с компасом. Итоги практики, согласно учебному плану, полностью отражаются при написании полевого отчета на 30 страницах.

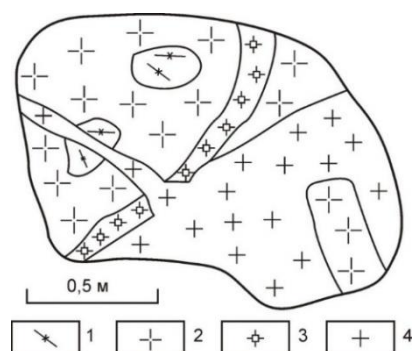
2. В возрастном отношении студенты знакомятся с методами картирования и изучения геологических образований от архея (шарьжалгайская серия) до кайнозоя (речные, озерные, гляциальные, склоновые и пролювиальные отложения).

3. На участке практики в Слюдянском районе в Хамар-Дабане и вдоль западного

побережья Байкала между поселками Листвянка и Бол. Голоустное студенты знакомятся и проводят следующие геологокартировочные работы и исследования:

3.1. Исследуют поперечную и вертикальную (возрастную) зональность пролювиальных конусов выноса падей, впадающих в Байкал (см. п. 5.1).

3.2. Восстанавливают последовательность внедрения или образования магматических комплексов района практики (рис. 2, 3).



**Рис. 2.** Взаимоотношение магматических пород по берегу Байкала между пос. Листвянка и Бол. Коты. Зарисовка глыбы.

1 – ксенолиты биотитизированных амфиболитов; 2 – гранодиориты и порфиридные граниты приморского комплекса; 3 – гранит-пегматиты и пегматиты саянского комплекса; 4 – двуслюдяные мелко-среднезернистые граниты бугульдейского комплекса.

**Fig. 2.** The relationship of igneous rocks along the shore of Lake Baikal between the villages of Listvyanka and Bol. Cats. Sketch of a block.

1 – xenoliths of biotitized amphibolites; 2 – granodiorites and porphyritic granites of the Littoral complex; 3 – granite pegmatites and pegmatites of the Sayan complex; 4 – two-mica fine medium-grained granites of the Buguldean complex.

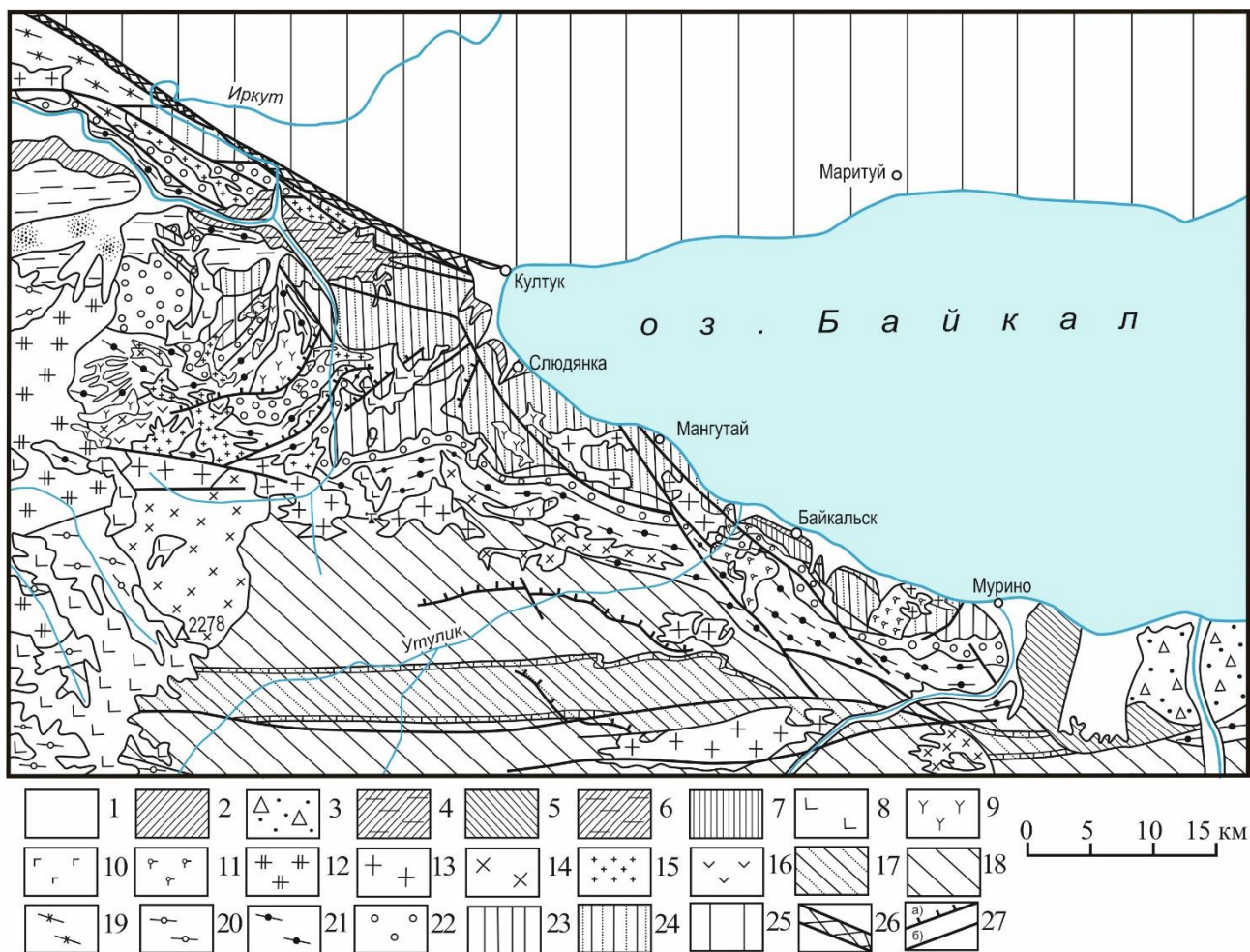


Рис. 3. Геологическая карта Хамар-Дабанского полигона практики.

1–6 – четвертичные образования. 1 – современное звено ( $Q_{IV}$ ): аллювий русел рек, озерные, болотные, пролювиальные и эоловые отложения — пески, галечники, суглинки, глины, валунники; 2 – верхне-четвертичное звено ( $Q_{III}$ ): озерные, водно-ледниковые, эоловые — пески, супеси, галечники; 3 – верхнечетвертичное звено ( $Q_{III}$ ): пролювиально-делювиальные и солифлюкционные отложения — пески, галечники, супеси, суглинки, щебнисто-глинистые образования, валунники; 4 – верхнечетвертичное звено ( $Q_{III}$ ): озерно-аллювиальные отложения; 5 – среднечетвертичное звено ( $Q_{II}$ ): озерные, водно-ледниковые и ледниковые отложения — пески, галечники, глины, суглинки, супеси, гравий, глыбово-щебнисто-глинистые образования; 6 – среднечетвертичное-нижнечетвертичные звенья ( $Q_{II-I}$ ): озерные, водно-ледниковые и ледниковые отложения — глины, суглинки, супеси, пески, галечники, валунники, илы; 7 – верхний плиоцен – нижнечетвертичное звено ( $N-Q_I$ ): делювиально-аллювиальные отложения — глины, суглинки, супеси, пески, галечники, валунники, обломочный материал (яркоокрашенные, обохренные); 8 – неогеновые базальты ( $\beta N$ ); 9 – быстринский комплекс, вторая фаза ( $\epsilon\xi-\gamma D_{I\beta S_2}$ ): сиениты щелочные, сиениты, святоноситы, граносиениты, граниты; 10 – первая фаза ( $\nu-\delta D_{I\beta S_1}$ ): пироксениты, шонкиниты, монзониты, эссекситы, габбро, габбро-нориты, диориты; 11 – бабхинский комплекс ( $\xi\nu S_2\beta$ ): монзониты, шонкиниты, пироксениты, габбро-нориты; 12 – зун-муринский комплекс, вторая фаза ( $\gamma PZ_{Iz_2}$ ): граниты биотитовые, биотит-роговообманковые, лейкократовые, граносиениты, гнейсограниты, плагиограниты; первая фаза ( $\nu\delta PZ_{Iz_1}$ ): габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты, гранодиориты; 13 – хамар-дабанский комплекс ( $\gamma PR_2$ ): плагиограниты, граниты биотитовые, амфибол-биотитовые, двуслюдяные, гранодиориты, пегматоидные граниты, аплиты; 14 – саянский комплекс, вторая фаза ( $\gamma-\gamma\delta PR_{I\beta S_2}$ ): граниты, гранодиориты порфировидные крупно и среднезернистые, граниты биотитовые и биотит-роговообманковые, гранитогнейсы, граносиениты, граниты турмалинизированные и грезенизированные; первая фаза ( $\delta-\gamma\delta PR_{I\beta S_1}$ ): диориты, гранодиориты; 15 – онотский комплекс ( $\gamma PR_{I\alpha}$ ): граниты протокластические плигиомикроклиновые



лейкократовые, реже гнейсограниты, пегматиты, аплиты; 16 – урдаокинский комплекс ( $\nu$ - $\mu\beta$ PR<sub>1u</sub>): габбро, габбро-долериты, метадолериты, габбро-пироксениты, горнблендиты, ортоамфиболиты; 17-18 – хамардабанская серия, свиты: 17 – шубутуйская (PR<sub>1šb</sub>) со слоем известняков в основании; 18 – корниловская (PR<sub>1kr</sub>); 19 – китойкинская (PR<sub>1ktk</sub>); 20 – хангарульская свита (PR<sub>1hn</sub>); 21-22 – хангарульская серия, свиты: 21 – безымянская (PR<sub>1bz</sub>); 22 – харагольская (PR<sub>1hrg</sub>); 23-24 – слюдянская серия, свиты: 23 – перевальная (PR<sub>1pr</sub>); 24 – култукская (PR<sub>1klt</sub>); 25 – шарыжалгайская серия (AR<sub>1šr</sub>); 26 – зона Главного Саянского разлома; 27 – надвиги (а) и прочие разломы (б).

**Fig. 3.** Geological map of the Hamar-Daban practice area.

1–6 – Quaternary formations. 1 – Modern stage (Q<sub>IV</sub>): alluvium of river beds, lake, marsh, proluvial and aeolian deposits – sands, pebbles, loams, clays, boulders; 2 – Upper Quaternary stage (Q<sub>III</sub>): lake, water-glacial, aeolian – sands, sandy loam, pebbles; 3 – Upper Quaternary stage (Q<sub>III</sub>): Proluvial-deluvial and solifluctional deposits – sands, pebbles, sandy loam, loam, rubbly-clay formations, boulders; 4 – Upper Quaternary link (Q<sub>III</sub>): lake-alluvial deposits; 5 – Middle Quaternary link (Q<sub>II</sub>): lake, water-glacial and glacial sediments – sands, pebbles, clays, loams, sandy loam, sandy loam, gravel, clay-clay-clay formations); 6 – Middle Quaternary-Lower Quaternary links (Q<sub>II-I</sub>): lake, water-glacial and glacial deposits – clays, loams, sandy loam, sands, gravels, boulders, silt; 7 – Upper Pliocene-Lower Quaternary link (N-Q<sub>I</sub>): deluvial-alluvial deposits – clays, loams, sandy loams, sands, pebbles, boulders, clastic material (brightly colored, oxidized); 8 – Neogene basalts ( $\beta$ N); 9- Bystrinsky complex, second phase ( $\varepsilon\xi$ - $\gamma$ D<sub>1bs2</sub>): alkaline syenites, syenites, svetonosites, granosites, granites; 10 – first phase ( $\nu$ - $\delta$ D<sub>1bs1</sub>): pyroxenites, shonkinites, monzonites, essicites, gabbro, gabbro-norites, diorites; 11 – Babkhin complex ( $\xi$ S<sub>2b</sub>): monzonites, shonkinites, pyroxenites, gabbro-norites; 12 – Zun-Murinsky complex, second phase ( $\gamma$ PZ<sub>1z2</sub>): biotite granites, biotite hornblende, leucocratic, granosienites, gneissogranites, plagiogranites; first phase ( $\nu\delta$ PZ<sub>1z1</sub>): gabbro-diorites, diorites, quartz diorites, granodiorites; 13 – Hamar-Daban complex ( $\gamma$ PR<sub>2</sub>): plagiogranites, biotite granites, amphibole-biotite, diorites, granodiorites, pegmatoid granites, aplites; 14 – Sayan complex, second phase ( $\gamma$ - $\gamma\delta$ PR<sub>1s2</sub>): granites, granodiorites porphyritic coarse- and medium-grained, biotite and biotite-hornblende granites, granite gneisses, granosienites, granites tourmaline and greisenized; first phase ( $\delta$ - $\gamma\delta$ PR<sub>1s1</sub>): diorites, granodiorites; 15 – Onotian complex ( $\gamma$ PR<sub>1o</sub>): granites protoclastic plagiomicrocline leucocratic, less frequently gneissogranites, pegmatites, aplites; 16 – Urdaokean complex ( $\nu$ - $\mu\beta$ PR<sub>1u</sub>): gabbro, gabbro-dolerites, metadolerites, gabbro-pyroxenites, hornblendites, orthoamphibolites; 17-18 – Hamardaban series, formations: 17 – Shubutui (PR<sub>1šb</sub>) with a layer of limestone at the base; 18 – Kornilov (PR<sub>1kr</sub>); 19 – Kitoyka (PR<sub>1ktk</sub>); 20 – Khangarul Formation (PR<sub>1hn</sub>); 21-22 – Khangarul series, formations: 21 – Bezymyanskaya (PR<sub>1bz</sub>); 22 – Kharagolskaya (PR<sub>1hrg</sub>); 23-24 – Sliudian series, formations: 23 – Pass (PR<sub>1pr</sub>); 24 – Kultuk-skaya (PR<sub>1klt</sub>); 25 – Sharyzhalgayaya series (AR<sub>1šr</sub>); 26 – Main Sayan fault zone; 27 – thrusts (a) and other faults (b).

В пределах этих двух основных полигонов, Хамар-Дабанского и Байкальского, студенты выявляют и документируют последовательность внедрения или образования магматических комплексов. Здесь прекрасно обнажены магматические породы раннего протерозоя: протокластические, плагиомиоклиновые, лейкократовые порфиroidные биотитовые и биотит-роговообманковые граниты и гранодиориты, реже гнейсограниты и пегматиты саянского комплекса, которые широко представлены в пределах шарыжалгайского выступа фундамента Сибирской платформы (на интервале западного побережья Байкала от порта Байкал до пос. Култук); рапакивиподобные порфиroidные, нередко очковые аляскитовые биотито-

вые и биотит-амфиболовые граниты, гранитогнейсы и гранодиориты приморского комплекса, распространенные вдоль западного побережья Байкала от пос. Листвянка до Бугульдейки и севернее; лейкократовые биотитовые, двуслюдяные граниты, сиениты и пегматиты бугульдейского комплекса, встречающиеся в районе практики вблизи поселка Бол. Коты. Взаимоотношения пород могут быть иллюстрированы зарисовками глыб на берегу Байкала (см. рис. 2), подробными фотографиями и документацией всех разновидностей, как в обнажениях, так и в каменных реках, обрамляющих большие скальные обнажения на нитке маршрута (рис. 4–7).





**Рис. 4.** Разновидности основных магматических фаз раннепротерозойского приморского комплекса.

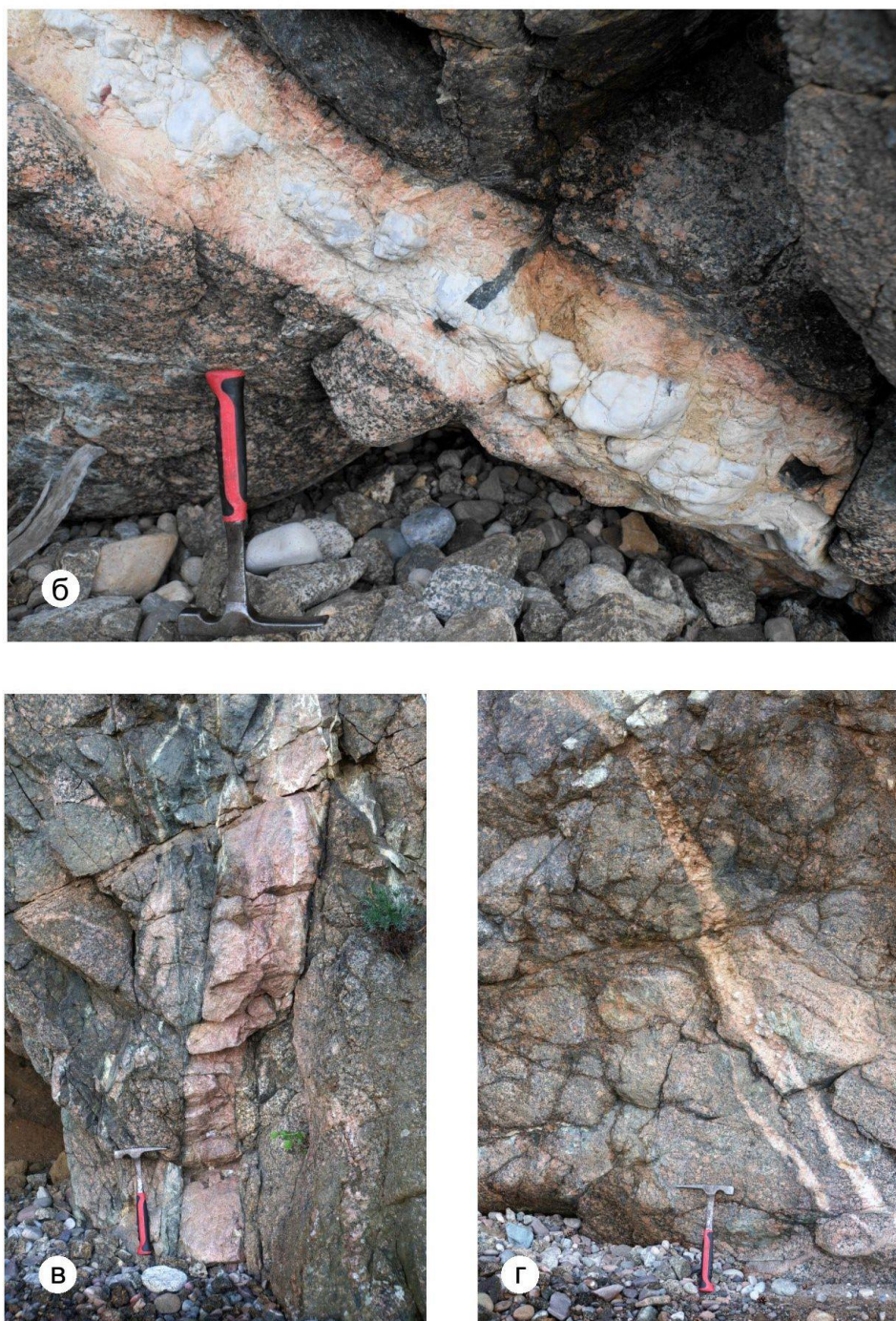
а – порфировидный гранодиорит; б – взаимодействие порфировидного гранодиорита с порфировидным гранитом; в – взаимоотношения мелкозернистых гранитов с порфировидным гранодиоритом; г – порфировидный гранит.

**Fig. 4.** Varieties of the main magmatic phases of the Early Proterozoic littoral complex.

а – porphyritic granodiorite; б – interaction of porphyritic granodiorite with porphyritic granite; в – relationship of fine-grained granites with porphyritic granodiorite; г – porphyritic granite.







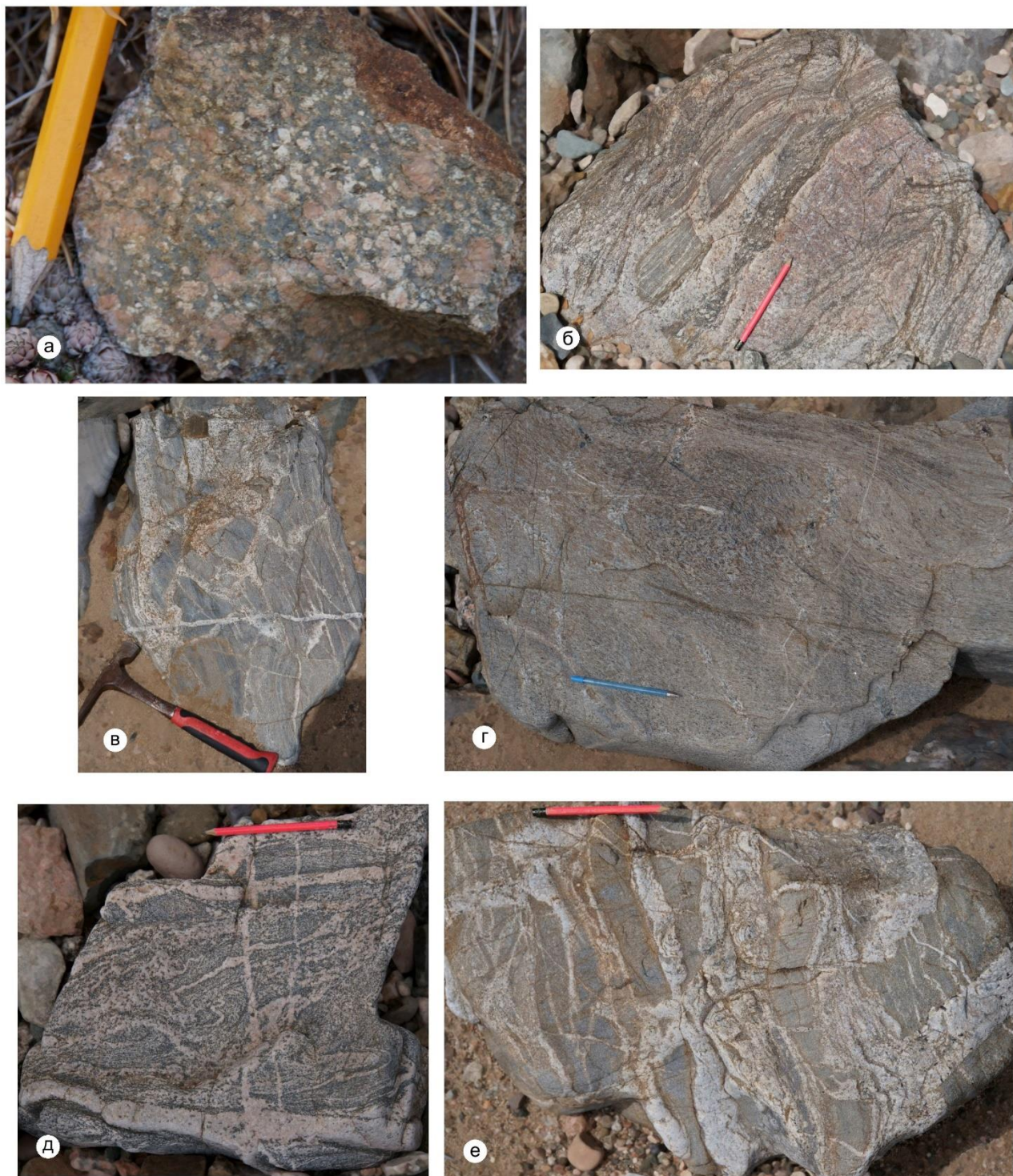
**Рис. 5.** Жильный комплекс раннепротерозойского приморского комплекса.

а – ксенолит амфиболита по основной породе в порфировидном гранодиорите приморского комплекса раннего протерозоя, дополнительно прорванный жилами тех же гранодиоритов; б – жила блокового гранитного пегматита с амфиболом; в-г – жилы гранитного пегматита.

**Fig. 5.** The vein complex of the Early Proterozoic maritime complex.

а – xenolith of amphibolite along the basic rock in porphyritic granodiorite of the Early Proterozoic maritime complex, additionally broken by veins of the same granodiorites; б – vein of block granite pegmatite with amphibole; в-г – veins of granite pegmatite.





**Рис. 6.** Морфологические разновидности типов пород, описывающих процессы гранитизации основного субстрата при образования порфировидных и других гранитов раннепротерозойского приморского комплекса.

а – порфиробластовый процесс мигматизации; б – разбудинированные ксенолиты амфиболитов и интенсивная гранитизация с возникновением сплошной послойной мигматизации; в–е – начальная стадия гранитизации; г – теневой мигматит; д – птигматитово-жильная мигматизация.

**Fig. 6.** Morphological varieties of rock types describing the processes of granitization of the main substrate during the formation of porphyritic and other granites of the Early Proterozoic littoral complex.

a – porphyroblast process of migmatization; б – unbedded xenoliths of amphibolites and intense granitization with the emergence of continuous layered migmatization; в-е – the initial stage of granitization; д – shadow migmatite; e – ptygmatic-vein migmatization.





**Рис. 7.** Очковый и очково-полосчатый blastsмилонит (а, б) и милонитизация приморских гранитов (в).

**Fig. 7.** Ocal and ocal-striped blastomylonite (a, б) and mylonitization of littoral granites (в).

3.3. Знакомятся с разнообразными высокометаморфическими породами выступа фундамента Сибирской платформы архейской шарыжалгайской серии, нижнепротерозойского слюдянского кристаллического комплекса, хангарульской и хамардабанской серий (выявляют и описывают переход пород амфиболитовой фации метаморфизма в эпидот амфиболитовую, т. е. проводят изограду граната и выявляют несогласие), на побережье Байкала на интервале между пос.

Листвянка и Бол. Голоустное изучают осадочные нефтематеринские породы, синседиментационные и складчатые структуры верхнепротерозойского трехчленного байкальского комплекса (см. п. 5.3-5.4).

На Шаманском мысе на левом склоне приустьевой части р. Похабихи в придорожных выемках можно изучить гранатовые, гранат-гиперстеновые и гранат-гиперстенсиллиманитовые в различной степени кордиеритизированные гранулиты култукской



свиты слюдянской серии. Эти гранат-гиперстен-энстатитовые гранулиты относятся к сутамской субфации глубинности, условия метаморфизма которой составляют  $P=9-10$  кбар,  $T = 900-1000$  °С (Геологические памятники... 1993).

Маршрут со студентами лучше всего начать на крайней точке мыса и вести его вдоль берега Байкала к автомобильной дороге и далее по ней в сторону пос. Култук, где последовательно, в хороших протяженных придорожных выемках ознакомиться с метаморфическими и магматическими породами нижнего стратиграфического уровня слюдянского кристаллического комплекса.

3.4. Кроме геологии на полигонах практики студенты имеют возможность изучить

и некоторые ископаемые остатки. Так в пределах распространения водорослевых и строматолитовых известняков знаменитых обнажений пади Мал. Кадильная встречаются строматолитовые столбики высотой 6–8 и более метров, а также микрофитолитовые образования (рис. 8), с последующим их сравнением с аналогичными образованиями в районах Бол. Голоустной и в пещере Охотничья, что в 15 км к северо-востоку от поселка; в маршруте по берегу Иркутского водохранилища знакомятся с великолепными остатками юрских растений среднеюрской эпохи: *Ginkgo sibirica* Heer; *Sphenobaiera*; *Coniopteris*; *Equisetites*; *Czekanwskia* (рис. 9).



**Рис. 8.** Строматолитовые известняки улунтуйской свиты в устье пади Малая Кадильная.

**Fig. 8.** Stromatolitic limestones of the Uluntui Formation at the mouth of the Malaya Kadilnaya Pad.





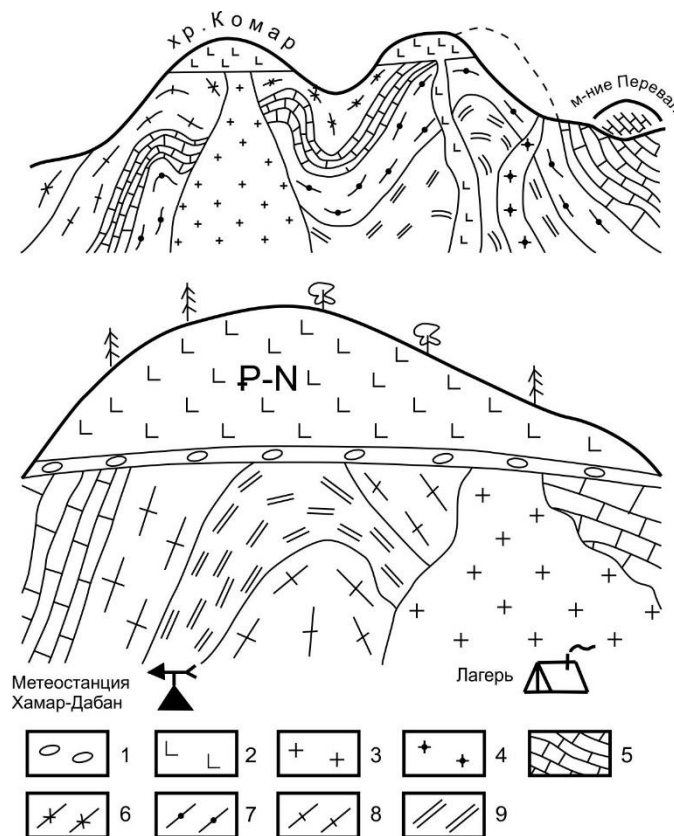
**Рис. 9.** Растительные остатки среднеюрской эпохи в береговых обнажениях левого берега Иркутского водохранилища.

**Fig. 9.** Plant remains of Middle Jurassic age in coastal outcrops of the left bank of the Irkutsk Reservoir.

По берегу Иркутского водохранилища в районе Якоби и далее на юг до 1–1.5 км обнажаются осадочные породы юрской системы: серые полимиктовые песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов. В последних наблюдаются маломощные пласты каменного угля (до 5–10 см) и часто встречаются остатки растений юрского периода (см. рис. 9).

3.5. Составляют разрез вдоль хр. Комар с выделением вершинных покровов олигоцен-

новых базальтов, когда студенты по ходу маршрута в стратотипических местах, например, большое обнажение возле метеостанции Хамар-Дабан, знакомятся с классической формой инверсионного рельефа Комаринского хребта, определяют время формирования базальтовых покровов, которые сформировались в долинах, а в настоящее время лежат в качестве вершинных базальтов (рис. 10).



**Рис. 10.** Иллюстрация представлений студентов о геологии хр. Комар в Хамар-Дабане, после маршрутных исследований.

1 – аллювиальные галечники; 2 – базальты; 3 – граниты; 4 – диориты; 5 – мраморы; 6 – кристаллические сланцы; 7 – биотит-гранатовые гнейсы; 8 – амфибол-биотитовые гнейсы; 9 – биотитовые гнейсы.

**Fig. 10.** Illustration of students' ideas about the geology of the Komar Ridge. Komar in Khamar-Daban, after route surveys.

1 – alluvial gravels; 2 – basalts; 3 – granites; 4 – diorites; 5 – marbles; 6 – crystalline schists; 7 – biotite-granite gneisses; 8 – amphibole-biotite gneisses; 9 – biotite gneisses.

3.6. Изучают одно из самых популярных и посещаемых лазуритовых месторождений Слюдянское в правом борту р. Слюдянки недалеко от тропы: определяют его структурно-вещественный парагенезис и обосновывают структурный контроль лазуритовой

минерализации (см. п. 5.2, рис. 11); посещают Бурутуйское месторождение апатита, где детально знакомятся с интереснейшей апатит-диопсид-кварц-кальцитовой породой (рис. 12).





**Рис. 11.** Работа студентов на Слюдянском лазуритовом месторождении.

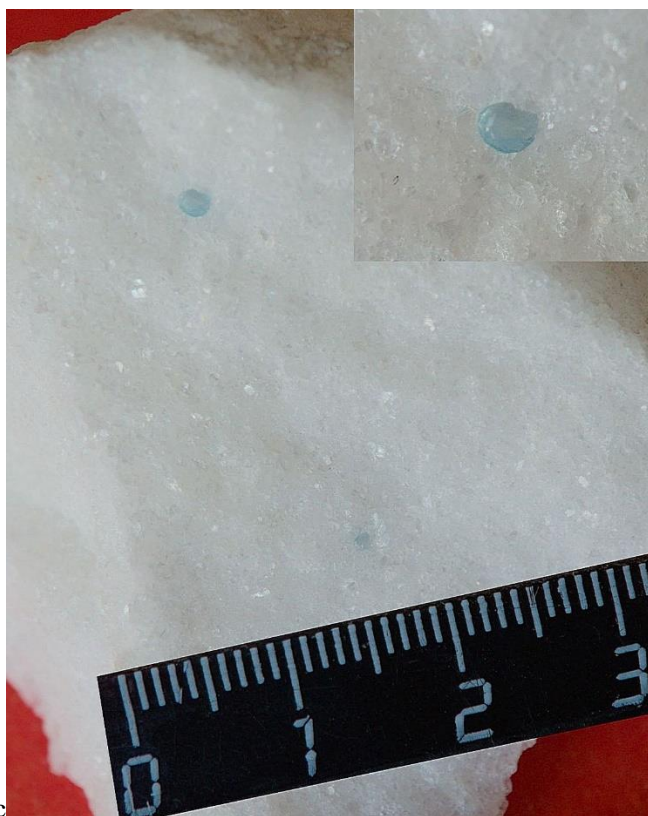
**Fig. 11.** Work of students at the Slyudyanka lazurite deposit.





**Рис. 12.** Апатит-диопсид-кварц-кальцитовая порода с тремолитом Бурутуйского месторождения.

**Fig. 12.** Apatite-diopside-quartz-calcite rock with tremolite of Burutui deposit.



Рис

**Рис. 13.** Голубая шпинель в кальцитовом мелкозернистом мраморе карьера Перевал.

**Fig. 13.** Blue spinel in calcite fine-grained marble of the Pass quarry

3.7. По ходу практики во время картировочных маршрутов студентами «делаются» интересные минералогические находки:

3.7.1.–3.7.2. Голубой сапфировой шпинели в белоснежных мраморах (рис. 13) из отвалов карьера «Перевал» в долине р. Слюдянки, также жёлтого минерала быстрина.

В Слюдянском районе в верховьях р. Семиречка известна ювелирная шпинель разнообразной окраски в россыпях в истоках р. Семиречка, устье которой находится в 2 км к западу от о/п ВСЖД 5362 км (Кокунин, 2009, с. 136–139).

3.7.3. Окатанного полупрозрачного зеленого флюорита из юрских конгломератов в галечных пляжных отложениях Байкала вблизи устья руч. Солонцова. Эта находка может стать минералогической редкой достопримечательностью и может представлять в будущем геологический памятник или охраняемый геологический объект, а также большой интерес для туристов, проходящих по Большой Байкальской тропе. Местонахождение пляжа с флюоритовой



россыпью предложено назвать «Байкальские изумруды».

3.7.4. В скальных обнажениях на берегу Байкала недалеко от пос. Бол. Голустное имеется проявление каменного масла — минеральных квасцов с большим содержанием металлов (кальций, железо, медь, цинк, магний, хром и другие элементы, включая редкоземельные), весьма ценного и широко используемого в народной медицине. Здесь же в сопутствующих обнажениях ожелезненных кварцевых песчаников можно наблюдать по трещинам разводы окислов — кольца Лизеганга (Власов, 2023), пестрые сланцы.

4. В ходе маршрутов студентами подробно изучаются породы: осадочные — конгломераты, песчаники от мономинеральных кварцевых до аркозовых и граувакковых,

алевролиты, аргиллиты, известняки, доломиты; магматические — граниты от мелкозернистых до крупнозернистых, порфировидных и гранит-пегматитов, пегматиты, базальты, долериты; метаморфические — кристаллические сланцы и амфиболиты, гранитогнейсы, гнейсы, мраморы, кальцифиры, сланцы; динамометаморфические — тектонические брекчии, какириты, катаклазиты, милониты, бластомилониты и филлониты.

#### 4.1. Юрские конгломераты

Петрохимический состав и генезис галек по результатам практики рассмотрен в предыдущем номере журнала (Олиферовский и др., 2022). Здесь лишь приведены дополнительные иллюстративные материалы, полученные практикантами непосредственно в поле (рис. 14–16).



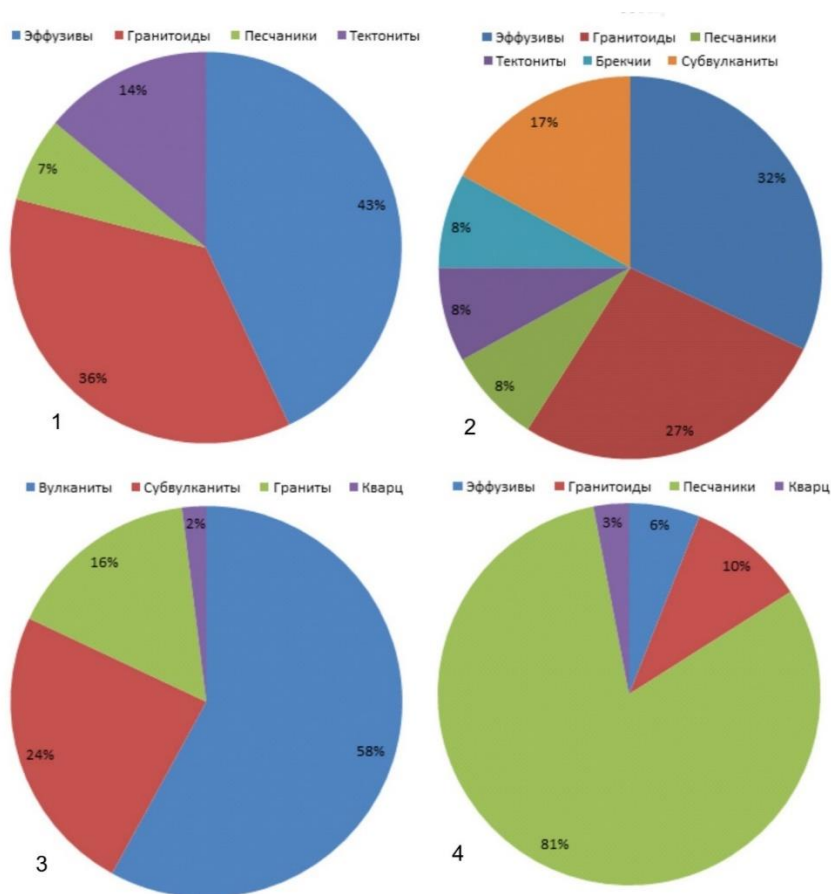
**Рис. 14.** Обнажение юрских конгломератов на берегу оз. Байкал недалеко от пос. Бол. Коты.

**Fig. 14.** Jurassic conglomerate outcrop on the shore of Lake Baikal near the village of Bol.



**Рис. 15.** Отбор статистической петрографической пробы галек из юрских конгломератов на г. Скрипер.

**Fig. 15.** Statistical petrographic sampling of pebbles from Jurassic conglomerates at Skriper.



**Рис. 16.** Петрографический состав галек территории практики на интервале маршрута между падями Абунеева и Солонцова.

1 – на галечном пляже в районе устья пади Абунеева, 2-3 – из обнажений юрского конгломерата: 2 – в районе Бол. Котов (рис. 14), 3 – на утёсе Скрипер (рис. 15); 4 – манзурского аллювия ( $N_{2-3}-Q_E$  мп) в районе Бол. Голоустного.



**Fig. 16.** Petrographic composition of the pebbles of the practice area at the interval of the route between the Abuneeva and Solontsova falls.

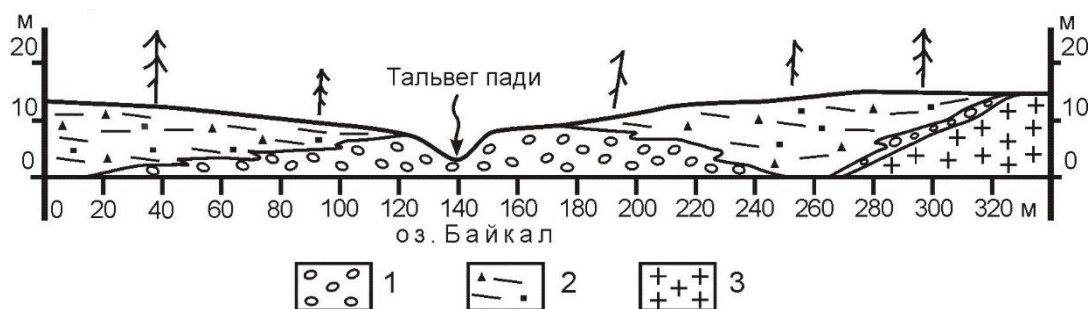
1 – on a pebble beach near the mouth of Abuneeva Falls, 2-3 – from outcrops of Jurassic conglomerate: 2 – in the Bol. Kotov area (Fig. 14), 3 – on Skriper cliff (Fig. 15); 4 – Manzurian alluvium (N<sub>2,3</sub>-QE mn) in the Bol.

Спустившись с утеса Скрипер на берег Байкала, можно зарисовать причудливые скалы юрских конгломератов, изучить в глыбах все разновидности конгломератов и на прибрежном галечном пляже обнаружить гальки зеленых и вишневых тонкослоистых песчаников качергатской свиты, коренные породы которых встретятся на нитке маршрута только через несколько километров, которые появились здесь благодаря преобладающему береговому литопереносу материала в юго-западном направлении.

5. Проводятся исследования интересных структурных объектов:

5.1. Деформационные тектонические структуры и криодислокации в кайнозойских пролювиальных отложениях приустьевых частей падей западного берега Байкала, устанавливается и зарисовывается их зональность в поперечных разрезах (рис. 17).

Делювиально-пролювиальные отложения встречаются в долинах и устьевых частях небольших падей и распадков вдоль западного побережья Байкала. Мощность их может достигать 10–20 м. Они легко доступны для изучения в байкальских обрывах на всей территории практики. Как правило, это рыхлые грубослоистые толщи, состоящие в нижних и центральных частях конусов выноса из слабо окатанного пролювиального материала из окружающих пород с примесью перлювия юрских конгломератов, а ближе к коренным склонам долин из грубообломочного и мелкоземистого дресвянистого делювиального материала. Этот пролювиально-делювиальный материал залегает на скальном основании, как это видно на рис. 16, или на более древних озерных (рис. 18 е).



**Рис. 17.** Строение пролювиальных конусов выноса падей по берегам Байкала (конус выноса пади Солонцова).

1 – полуокатанный и неокатанный псефитовый материал русловой фации; 2 – псаммито-дресвянистый материал делювиально-пролювиальной присклоновой фации; 3 – скальное коренное основание бортов пади.

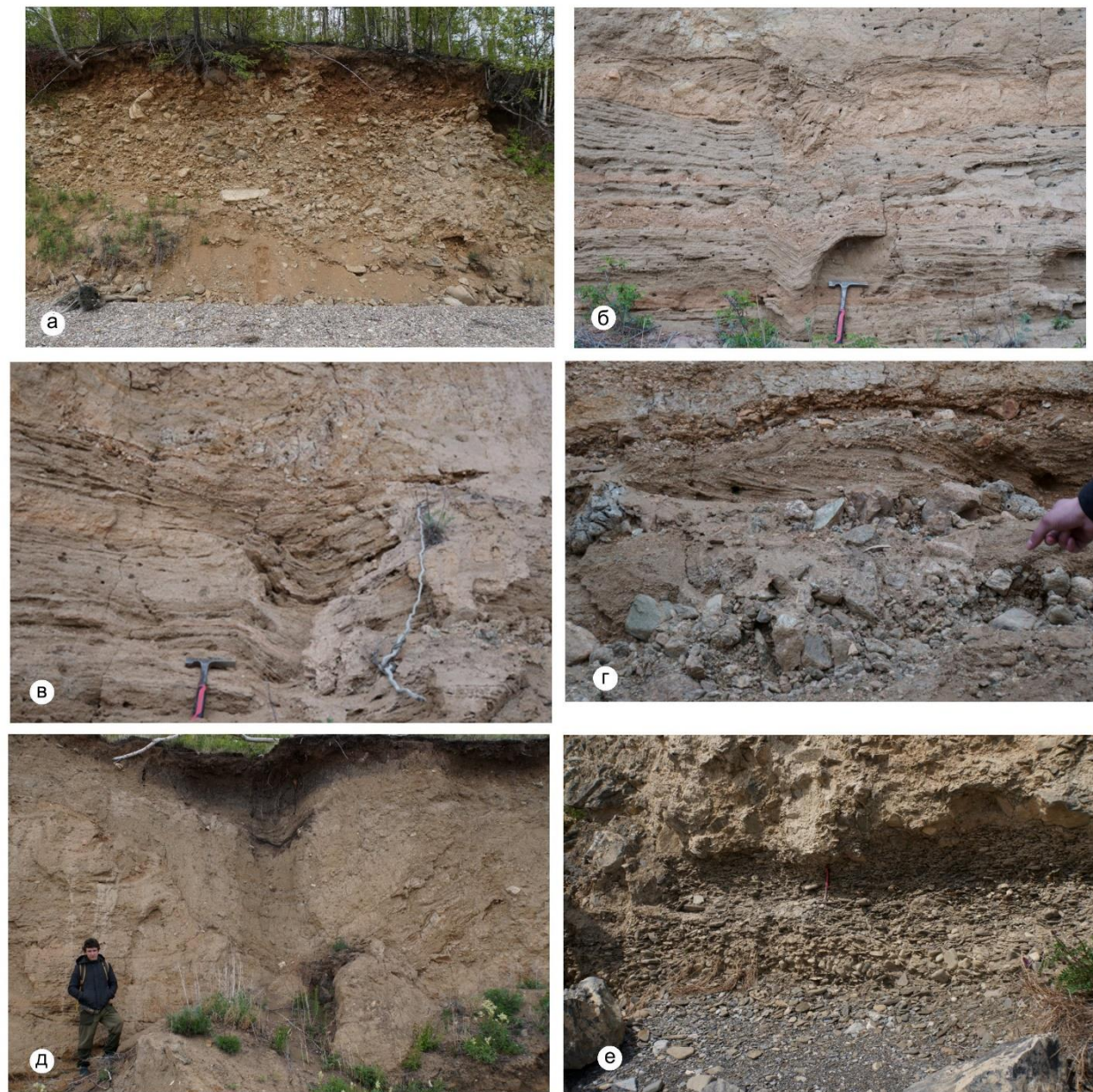
**Fig. 17.** Structure of proluvial sedimentation cones along the shores of Lake Baikal (Solontsova Pad sedimentation cone).

1 – semi-rocked and unrocked psephytic material of channel facies; 2 – psammite-dresswort material of dealluvial-proluvial near-slope facies; 3 – rocky bedrock of the sides of the pad.

Рыхлые отложения делювиально-пролювиальной присклоновой фации конусов выноса байкальских падей часто несут признаки криотурбаций (рис. 18 б, в, д), т. е.

несут признаки гляциальных дислокаций в виде разнообразных карманов различного размера от нескольких десятков сантиметров до 10 метров.





**Рис. 18.** Характер рыхлых отложений пролювиальных конусов выноса.

а – пролювиальные отложения ( $pQ_p$ ) конуса выноса пади Солонцова; б – хрупкие деформации в рыхлых породах делювиально-нивалных отложений конуса выноса пади Солонцова; в – провал-карман в рыхлых породах делювиально-нивалных отложений конуса выноса пади Солонцова, образовавшийся на месте ледяной вертикальной дайки; г – косая слоистость в рыхлых породах делювиально-нивалных отложений конуса выноса пади Солонцова; д – провал-карман в рыхлых породах делювиально-нивалных отложений конуса выноса пади Солонцова, образовавшийся на месте ледяной вертикальной дайки; е – озерные отложения (галечник) в основании пролювиального конуса выноса пади Мал. Кадыльная.

**Fig. 18.** Character of loose deposits of proluvial cone outcrops.

а – proluvial sediments ( $pQ_p$ ) of the Solontsov head cone; б – brittle deformations in loose rocks of dealluvial-nival deposits of the Solontsov head cone; в – dip pocket in loose rocks of dealluvial-nival deposits of the Solontsov head cone, formed on the site of an ice vertical dike; г – oblique foliation in loose rocks of dealluvial-nival deposits of the Solontsov removal cone; д – ditch pocket in loose rocks of dealluvial-nival deposits

of the Solontsov removal cone, formed at the place of the ice vertical dike; e – lake sediments (pebbles) at the base of the proluvial removal cone of the Malaya Kadilova Pad. Kadilnaya.

В маршруте по берегу Байкала между падами Мал. Кадильная и Ушканья в следствие контрастного геологического состава коренных пород долин этих падей было установлено, что все конуса выноса содержат мощные пролювиальные отложения из пород обнажающихся в верховьях этих падей. Эта особенность может быть распространена и на другие пади оз. Байкал. Их происхождение

можно связать с катастрофическими селями от таяния ледников и снежников перед термальным голоценовым максимумом, подобным изученным нами в районе Мунку-Сардыкского массива (Коваленко, 2022). Непосредственно ледниковые формы рельефа изучаются студентами в предгорьцовой части Хамар-Дабана в маршруте по Старокомарскому почтовому тракту (рис. 19-20).

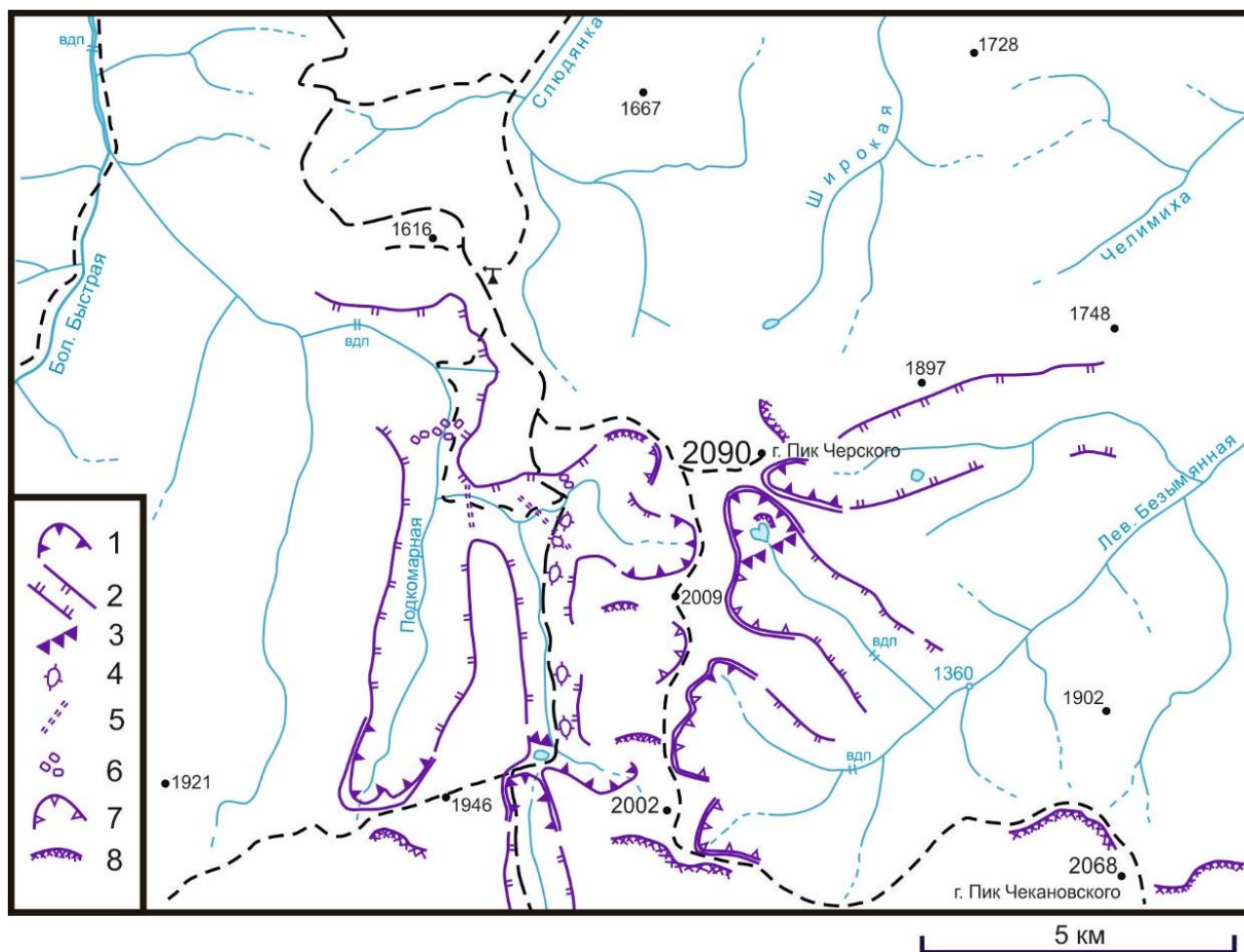


Рис. 19. Некоторые гляциально-нивальные структуры на полигоне практики Хамар-Дабан.

1 – кары, 2– трог, 3 – ригели, 4 – бараньи лбы, 5 – устья висящих долин, 6 – крупно глыбовые морены, 7 – нивальные ниши, 8 – современные снежники.

Fig. 19. Some glacial-nival structures at the Hamar-Daban practice area.

1 – kars, 2 – trogs, 3 – transects, 4 – ram foreheads, 5 – mouths of hanging valleys, 6 – large clastic moraines, 7 – nival niches, 8 – modern snowfields.





**Рис. 20.** Бараньи лбы предгорьцовой части Хамар-Дабана.

**Fig. 20.** Lamb's foreheads of the Khamar Daban foothills.

5.2. Изучается структурный контроль Слюдянского лазуритового месторождения (см. п. 2.5, рис. 10-11); низкомагнезиальных мраморов месторождения «Перевал», розовых мраморов. Например, лазуритовая минерализация приурочена к наклонной зоне

разлома мощностью до 2 м, секущей при-контактовую часть гранит-пегматитов, в свою очередь, прорывающих доломитовые мраморы. Описывают и отбирают штуфы лазурита, скаполита (главколита), плагиоклаза, микроклина и др. В региональном плане «Лазуритовая минерализация стратиграфически четко приурочена к одному из горизонтов мощной (более 200 м) пачки мраморов безымянской свиты и прослеживается по простиранию на 3,5–4,0 км» (Геологические памятники... 1993, с. 39).

Месторождение низко-магнезиальных мраморов месторождения «Перевал», сформировалось путем нагнетания низко-магнезиального материала в так называемую Комарскую структуру отслаивания при формировании Скалистой антиклинали (Слюдянский кристаллический... 1981). Месторождения розовых облицовочных мраморов и кальцифиров образуются вблизи магматических гранитоидных интрузий слюдянского комплекса (рис. 21).



**Рис. 21.** Образование розовых мраморов вблизи гранитогнейсовых интрузий в слюдяном кристаллическом комплексе, мыс Шаманский, оз. Байкал.

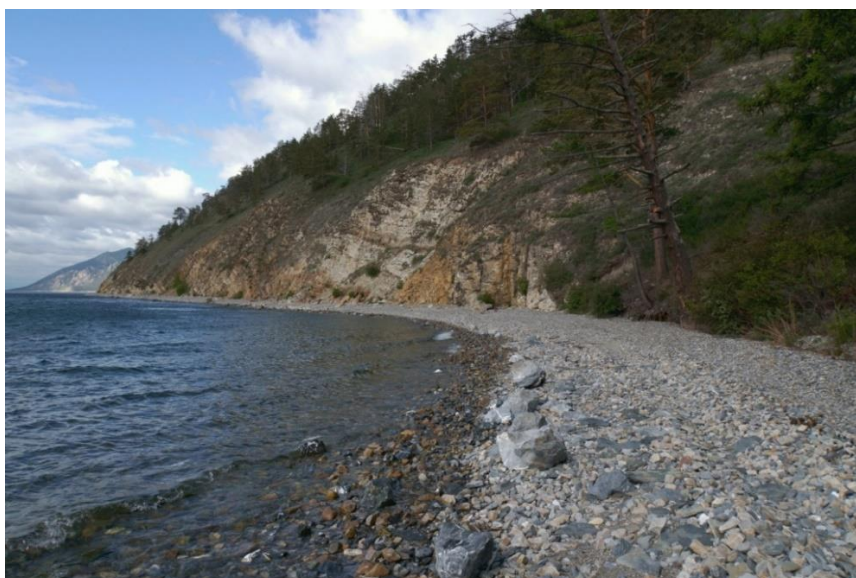
**Fig. 21.** Formation of pink marbles near granitogneiss intrusions in the Mica crystalline complex, Cape Shamansky, Lake Baikal.

5.3. Впервые, в связи с малым уровнем, на берегу Байкала в скальных обнажениях по-



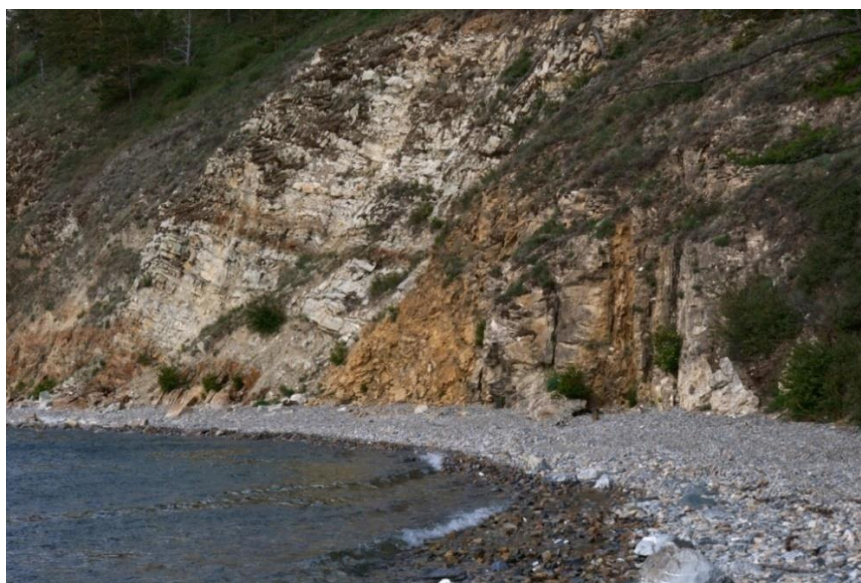
род байкальской серии рифея в кварцевом и полимиктовых песчаниках голоустенской свиты на интервале маршрута практики от турбазы Жемчужина Байкала (падь Ушка-нья) до пади Семёниха задокументированы и изучены, с детальной отрисовкой: 1) крупный олистолит кварцевых песчаников и более мелкие закатыши доломитов в песчаниково-сланцевом субстрате в предположительно олистостромовом комплексе (рис. 22-23); 2) косяя слойчатость ( $S_{\text{кос}}-290\angle 59$  при  $S-308\angle 57$ ), указывающая на трансгрессив-

ный характер движения морских водных масс в сторону Сибирского континента, т. е. на запад; 3) по многочисленным находкам последней в различных частях разреза можно легко определить перевернутое или нормальное залегание слоев; 4) местами по трещинам наблюдаются разводы окислов — кольца Лизеганга; 5) алюмомагниевые или алюмокалиевые квасцы (каменное масло) разнообразной окраски (Что такое... 2023; Лечебные свойства... 2023) и 6) пестрые сланцы.



**Рис. 22.** Общий вид на олистостромовый разрез голоустенской свиты.

**Fig. 22.** General view of the olistostromic section of the Holoustene Formation.



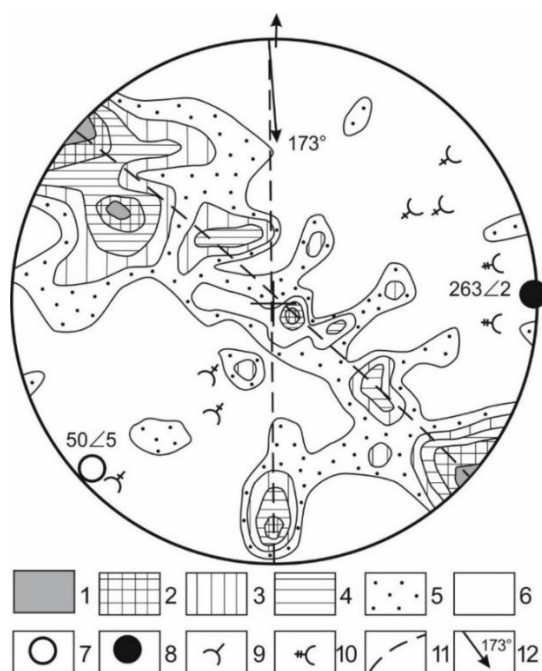
**Рис. 23.** Фрагмент олистостромового разреза голоустенской свиты, белое — кварцевые песчаники с наклонным падением слоистости в склон, рыжее — деформированные доломиты, серые породы на первом плане обнажения — недеформированные доломиты с вертикальной слоистостью.

**Fig. 23.** Fragment of the Holoustene Formation olistostromic section, white – quartz sandstones with sloping dip layering in the slope, red – deformed dolomites, gray rocks in the foreground of the outcrop – undeformed dolomites with vertical layering.

Хорошим геологически информативным и эстетически прекрасным маршрутом является круговой маршрут (14 км) вверх по пади Семёниха и спуск к Байкалу по пади Ушканья (Падь Семёниха... 2023), где имеется множество прекрасных обнажений голоустенской и улунтуйской свит байкальского рифейского комплекса.

5.4. При помощи геометрического анализа изучают складчатость байкальского рифейского комплекса, мелкую складчатость,

кинк-зоны, кливаж, зеркала скольжения и разломы, жильные магматические комплексы (гранит-пегматиты, пегматиты, кварцевые жилы и др.). В камеральные дни по всем этим структурным элементам восстанавливают древние поля напряжений (рис. 24). По главному кливажу определяют нормальное и опрокинутое крылья складок, местоположение синклиналей и антиклиналей; по косой слоистости, знакам ряби и строматолитам — кровлю и подошву осадочных слоев.



**Рис. 24.** Геометрический анализ структур байкальского комплекса на стереографической сетке Вульфа. Замеры произведены вдоль берега Байкала на интервале устьев падей Нижняя и Мал. Кадильная.

1–6 – изолинии залегания слоистости по 100 измерениям с концентрацией: 1– более 5 %, 2– 5-4 %, 3– 4-3 %, 4 – 3-2 %, 5– 2-1 %, 6 – менее 1 %; 7 – шарниры главных складок 1-й генерации (синседиментационные); 8– шарниры главных складок 2-й генерации; 9 – шарниры дополнительных складок 1-й генерации; 10 – шарниры дополнительных складок 2-й генерации; 11 – траектории поясов концентрации замеров слоистости.

**Fig. 24.** Geometrical analysis of the structures of the Baikal complex on the Wolfe stereographic grid. The measurements were made along the Baikal coast in the interval of the mouths of the Nizhnyaya and Mal'kadilnaya falls.

1-6 – isolines of layering occurrence according to 100 measurements with concentrations: 1-over 5 %, 2 – 5-4 %, 3 – 4-3 %, 4 – 3-2 %, 5 – 2-1 %, 6 – less than 1 %; 7 – joints of the main folds of the 1st generation (synsedimentary); 8 – joints of the main folds of the 2nd generation; 9 – joints of additional folds of the 1st generation; 10 – joints of additional folds of the 2nd generation; 11 – concentration trajectories of layering measurements.

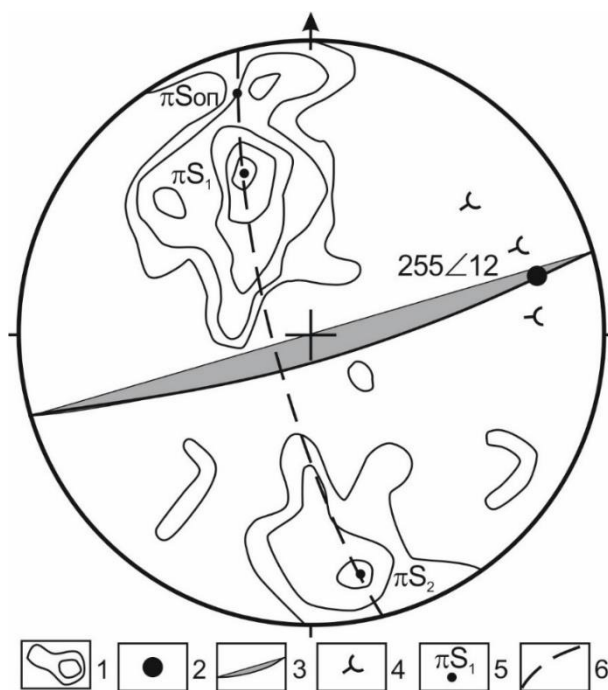
В байкальском рифейском комплексе при помощи геометрического анализа удается определить параметры главных складок. При этом выявляется, что складки первой



генерации ( $F_0$ ) являются синседиментационными и образованы в результате сползания осадочных толщ вниз по континентальному склону в рифейское время. Складки тектонические, как бы второй генерации ( $F_1$ ) являются складками подворотами формируемыми в связи с движениями по плоскостям надвигов параллельным Ангарскому надвигу. Линия погружения направления движения, определенная по шарнирам складок подворотов, составляет  $173^\circ$ . Время движения — послеюрское. Другие особенности Ангарского надвига в пределах полигонов практики см. в п. 5.6-5.7.

Тектонические, надвиговые деформации произошли примерно через 250 млн лет от синседиментационных (Мазукабзов и др., 2006, с. 233).

Элементы залегания рифейских толщ байкальского трехчленного комплекса вдали от Ангарского надвига (качергатская, улунтуйская и голоустенская свиты) вдоль берега Байкала на интервале между устьями падей Мал. Кадильная и Семениха (Озерки) на сферограмме (рис. 25) образуют тот же северо-западный пояс большого круга, но с несколько иными параметрами: шарнир главных синседиментационных складок имеет аз. погр.  $255^\circ$ , угол погр.  $12^\circ$ , осевая плоскость наклонена под углом  $82^\circ$  на север-северо-запад по аз.  $343^\circ$ . Форма складок та же асимметричная с достаточно пологими ( $60^\circ$ ) северо-западными крыльями (максимум  $\pi S_1$ ) и крутыми ( $80^\circ$ ) юго-восточными (максимум  $\pi S_2$ ).



**Рис. 25.** Геометрический анализ структур байкальского комплекса на стереографической сетке Вульфа. Замеры произведены вдоль берега Байкала на интервале устьев падей Мал. Кадильная и Семениха.

1 – изолинии залегания слоистости по 70 измерениям проведены через 8 %, 6 %, 4 %, 2 % и 1 %; 2 – шарнир главных складок 1-й генерации (синседиментационные); 3 – граммапроекция осевой плоскости главных складок; 4 – шарниры дополнительных складок 1-й генерации; 5 – гномопроекции; 6 – траектория поясов концентрации замеров слоистости.

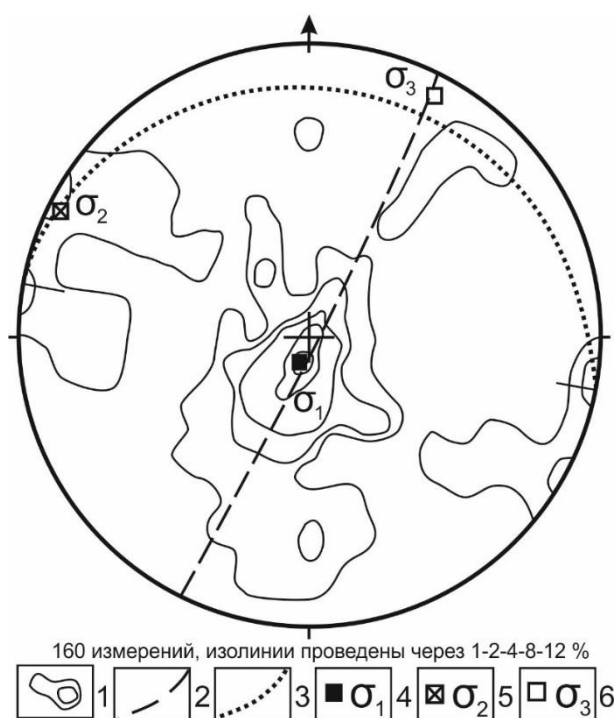
**Fig. 25.** Geometrical analysis of the structures of the Baikal complex on the Wolfe stereographic grid. The measurements were made along the Baikal coast in the interval of the mouths of the Mal'kadilnaya and Semenikha gorges.

1 – Isolines of the layering occurrence based on 70 measurements taken at 8 %, 6 %, 4 %, 2 %, and 1 %; 2 – joint of the main folds of the 1st generation (syndimentary); 3 – graphical projection of the axial plane of the main folds; 4 – joints of additional folds of the 1st generation; 5 – gnomological projections; 6 – trajectory of concentration belts of layering measurements.

5.5. Вблизи пос. Бол. Голоустрое на горе Саган-Хадан изучается уникальное обнажение, где наблюдается контакт фундамента Сибирской платформы с ее осадочным чехлом. Элементы залегания плоскости контакта измеряются и отстраивается линия его выхода в рельефе методом стратоизогипс на топокарте 1:25 000 масштаба. На следующий день результаты геометрических построений заверяются маршрутом по соседней долине пади Тарахаиха.

5.6. В районе пади Варначка вблизи пос. Бол. Коты в рельефе байкальского склона картируется линия выхода Ангарского надвига, т. е. прослеживается линия выхода Ангарского надвига. Элементы залегания

плоскости надвига замерены в коренных выходах на берегу Байкала и отстроена линия его выхода в рельефе методом стратоизогипс по топокарте 1:25 000 масштаба. Вблизи плоскости разлома студентами производится статистический анализ тектонической трещиноватости (рис. 26), по которой по преобладающей серии больших трещин определяется ориентировка предполагаемой плоскости Ангарского надвига ( $200 \angle 10$ ), азимут погружения линии смещения аллохтона ( $207 \angle 8$ ) и поле напряжений ( $\sigma_1 - 20 \angle 80$ ,  $\sigma_2 - 117 \angle 03$ ,  $\sigma_3 - 206 \angle 04$ ) с использованием метода В.Н. Даниловича (Данилович, 1961, 1941).



**Рис. 26.** Анализ тектонической трещиноватости в юрских конгломератах на берегу оз. Байкал в 100 м от устья пади Варначка. Сетка Вульфа.

1 – изолинии; 2 – траектории поясов концентрации замеров; 3 – граммапроекция предполагаемой плоскости Ангарского надвига; 4–6 – положение осей главных нормальных напряжений: 4 – растяжения; 5 – средней; 6 – сжатия.

**Fig. 19.** Analysis of tectonic fracturing in Jurassic conglomerates on the shore of Lake Baikal, 100 m from the mouth of Varnachka Pad. Wolfe grid.

1 – isolines; 2 – trajectories of measuring concentration belts; 3 – graph-projection of presumed plane of Angarsk thrust; 4-6 – positions of the axes of main normal stresses: 4 – tension; 5 – medium; 6 – compression.

При наличии времени вышеописанные исследования можно провести и в других не менее удобных для изучения местах выхода Ангарского надвига, например, на скальном

хребтике водораздела рр. Бол. и Мал. Коты вблизи поселка и на левом склоне пади Жилище.



5.7. В нескольких местах по ходу маршрутов студенты производят статистические замеры тектонической трещиноватости. Например, при анализе массового замера трещин в приустьевой части р. Черной на берегу Байкала (рис. 27) выявляется шесть серий (максимумов) трещин: I и II — главные трещины скалывания с многочисленными признаками тектонических подвижек; III, IV, V и VI — второстепенные, среди которых могут быть выделены и трещины отрыва в III и V максимумах. Трещины IV, V и частично II максимумов объединяются в пояс большого круга, по которому с учетом кинематических характеристик трещин и жильного комплекса (кварц-полевошпатовые пегматиты, жилы гранитов) восстанавливается раннепротерозойское поле напряжений, определяющее условия формирования субдукционного раннепротерозойского магматического комплекса порфиридных гранитов. Ось сжатия  $\sigma_3$  имеет ориентировку  $198 \angle 14$ , ось растяжения  $\sigma_1 = 292 \angle 14$ , средняя ось  $\sigma_2 = 67 \angle 43$ .



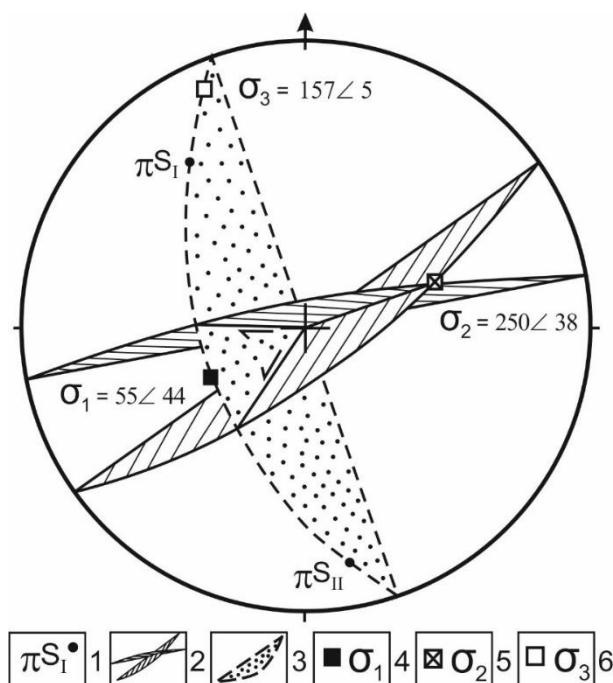
**Рис. 27.** Анализ тектонической трещиноватости в порфиридных гранитах приморского комплекса раннепротерозойского возраста в устье р. Черной. Сетка Вульфа.

1 – изолинии; 2 – траектории поясов концентрации замеров; 3 – номера максимумов; 4–6 – положение осей главных нормальных напряжений: 4 – растяжения; 5 – средней; 6 – сжатия.

**Fig. 27.** Analysis of tectonic fracturing in porphyritic granites of the Littoral Complex of Early Proterozoic age at the mouth of the Chernaya River. Wolfe grid.

1 – isolines; 2 – trajectories of measuring concentration belts; 3 – numbers of maximums; 4-6 – position of axes of main normal stresses: 4 – tension; 5 – average; 6 – compression.

Восстановление поля напряжений по главным трещинам скалывания первого и второго максимумов с явными признаками тектонических подвижек (зеркала скольжения, милониты, сдвиги маркеров и т. п.) по методу М.В. Гзовского (Гзовский, 1975) дает нам следующие ориентировки главных нормальных осей напряжения: ось сжатия  $\sigma_3 = 157 \angle 05$ , ось растяжения  $\sigma_1 = 55 \angle 44$ , средняя ось  $\sigma_2 = 250 \angle 38$  (рис. 28). Такое поле напряжений отвечает тектонической обстановке горизонтального сжатия в краевых частях Байкальского свода с формированием аркогенных Ангарских надвигов (см. диаграмму рис. 25).



**Рис. 28.** Ориентировка осей напряжения, определенная по двум сериям трещин скалывания I и II (см. рис. 27). Сетка Вульфа.

1 – полюса (гномопроекции); 2 – проекции сечений плоскостей главных серий трещин скалывания с верхней полусферы на плоскость диаграммы (граммапроекции или дуги больших кругов сетки); 3 – своеобразная динамическая плоскость, в которой расположены гномопроекции

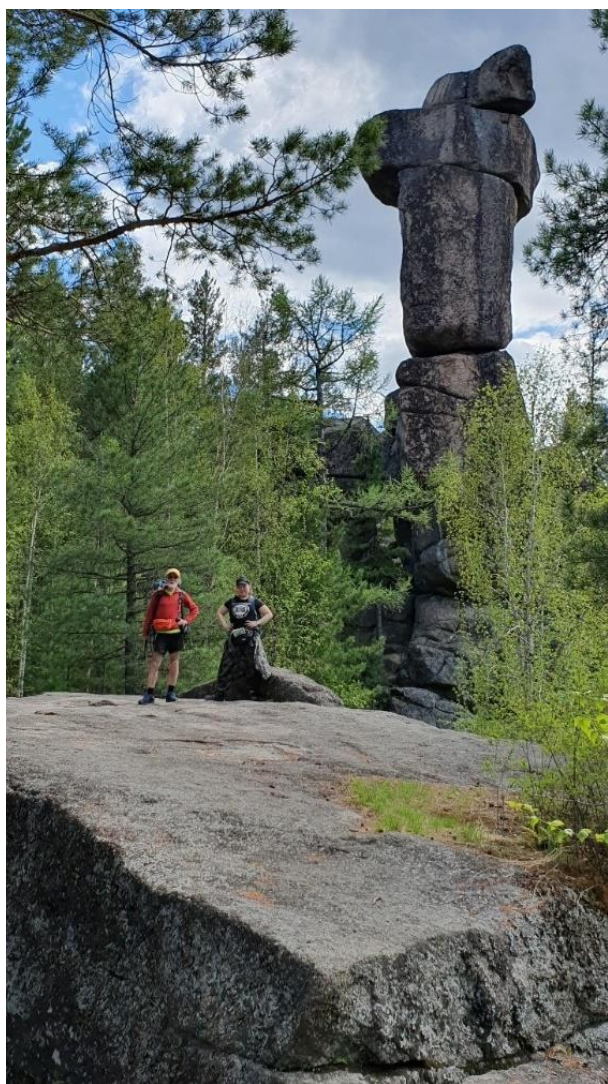
главных сопряженных трещин скалывания, оси сжатия и растяжения, ей перпендикулярна средняя ось; 4–6 – положение осей главных нормальных напряжений: 4 – растяжения; 5 – средней; 6 – сжатия.

**Fig. 28.** Orientation of the stress axes determined by two series of shear cracks I and II (see Fig. 27). Wolfe grid.

1 – poles (gnomoprojections); 2 – projections of the planes of the main series of shear cracks from the upper hemisphere to the diagram plane (gnomoprojections or arcs of large circles of the grid); 3 – a kind of dynamic plane, in which gnomoprojections of main conjugate shear cracks, compression and tension axes are located, the middle axis is perpen-

dicular to it; 4–6 – position of axes of main normal stresses: 4 – tension; 5 – average; 6 – compression.

5.8. Изучена трещиноватость знаменитых скальников Олхинского плоскогорья (рис. 29), установлены их структурная природная обусловленность, а не дело рук человеческих (мегалиты). Хорошие высокие скальники располагаются только в пределах центральной части гранитного массива. Если бы это были мегалиты, то их могли бы строить и в пределах других широко распространенных в районе пород (юрских песчаников, кембрийских известняков, архейских гранитогнейсов и др.), а этого, как известно, нет.



**Рис. 29.** Скальник Идол — один из самых красивых скальников Олхинского плоскогорья.

**Fig. 29.** Idol Cliff is one of the most beautiful cliffs of the Olkha Plateau.

Структура «мегалитовой кладки» закладывалась на большой глубине более 3–5 км во время остывания и кристаллизации гра-

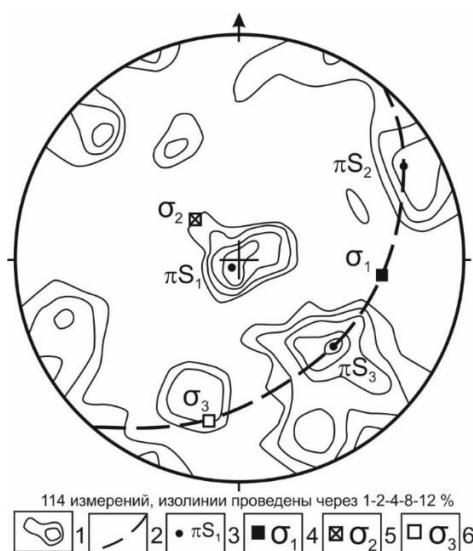
нитной магмы около 1600 млн тому назад и более 99 % времени своего существования медленно поднималась к поверхности в



устойчивых платформенных условиях при следующих геодинамических параметрах: при всестороннем сжатии в центральной апикальной части массива ось сжатия была ориентирована вертикально, а две другие (ось растяжения и средняя) располагались в горизонтальной плоскости или плоскости параллельной поверхности Земли.

В результате постепенного воздымания территории Олхинского плоскогорья, вследствие образования Байкальского свода в неоген-четвертичное время и денудации перекрывающих граниты пород, граниты оказались на дневной поверхности в совершенно иных геодинамических условиях не всеобщего сжатия, а всеобщего растяжения. А

так как граниты обладали петрофизической напряженной внутренней неоднородностью, то они стали расширяться и разбиваться трещинами отрыва, согласно этой неоднородности. Как показал статистический анализ трещин, наиболее длинные и частые трещины отрыва образовались перпендикулярно наибольшим внутренним напряжениям, существовавшим в породах, вертикального и горизонтального направления (рис. 30, максимумы  $\pi S_1$  и  $\pi S_2$ ). Диагонально к ним была сформирована серия наклонных трещин скалывания с признаками тектонических подвижек ( $\pi S_3$ ).



**Рис. 30.** Анализ тектонической трещиноватости в раннепротерозойских гранитах саянского комплекса скальника Витязь.

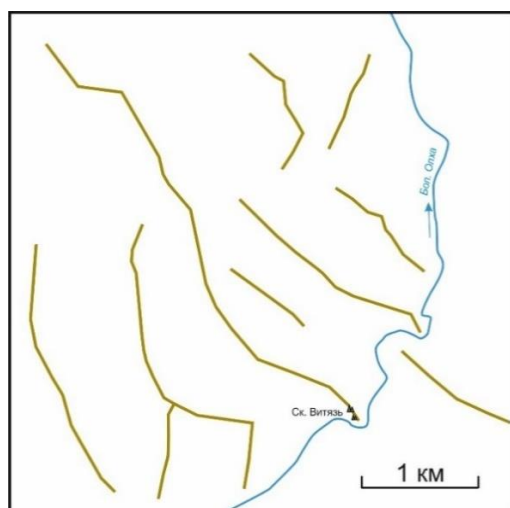
1 – изолинии; 2 – траектории поясов концентрации замеров; 3 – гномопроекции и номера главных максимумов; 4–6 – положение осей главных нормальных напряжений: 4 – растяжения; 5 – средней; 6 – сжатия.

**Fig. 30.** Analysis of tectonic fracturing in the Early Proterozoic granites of the Sayan complex of the Vityaz cliff face.

1 – isolines; 2 – trajectories of measuring concentration belts; 3 – gnomoprojections and numbers of main maximums; 4-6 – position of axes of main normal stresses: 4 – tension; 5 – medium; 6 – compression.

Строгая горизонтальность и преобладающая развитость горизонтальных трещин обусловила возможность сохранения отдельных глыб гранита в виде обелисков или скальников. Наличие вертикальных трещин отрыва также весьма способствовало образованию высоких скальных останцов и формированию отрогов хребтов вдоль этих трещин (рис. 31). Вертикальные серии трещин взаимно ортогональны, что также в какой-то мере могли обеспечить устойчивость фор-

мируемых скальников при денудации. Отсюда следует два вывода. Первый, территории распространения высоких скальников, похожих на мегалиты, являются районами с отсутствием тектонических напряжений и деформаций, здесь проявляются только денудационные процессы. Второй, трещины имеют природное происхождение и ни о каких «мегалитах», по крайней мере на Олхинском плоскогорье, не может быть речи.



**Рис. 31.** Простираие горных отрогов в пределах гранитного массива совпадает с ориентировкой вертикальных трещин отрыва  $\pi S_2$  (см. рис. 29).

**Fig. 31.** Extension of the mountain spurs within the granite massif coincides with the orientation of vertical fractures of the tear-off  $\pi S_2$  (see Fig. 29).

6. По ходу практики студенты знакомятся с различными месторождениями полезных ископаемых, добываемых в настоящее время и в недалёком прошлом. Это, прежде всего, многочисленные месторождения карбонатного сырья: Перевал в Слюдянке, в падах Западного побережья Байкала — Бол. и Мал. Кадильная, Безымянная, Ушканья, Озерко, Бол. Черемшанная, по долине р. Олха (Казачья Гора, Варкуны); многочисленные месторождения в окрестностях Слюдянки: флогопит, розовый мрамор, волластонит, апатит, диопсид, лазурит, лунный камень, амазонит и др.; месторождение облицовочных гранитов Олхинское; Ханчинское месторождение углисто-глинистых сланцев, сырья для производства керамзита – легкого наполнителя бетона и др.

7. После практики студенты обычно дарят кафедре динамической геологии ИГУ для занятий по палеонтологии найденные красивые образцы строматолитов улунтуйской свиты, гравелитовых микрофитолитов в контакте с известняками, брекчиевидные водорослевые известняки, которые в морских бассейнах залегают, как правило, вблизи строматолитовых построек или в их основании.

8. 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:

8.1. Олистострома байкальской серии рифея западного берега Байкала.

8.2. Голубая сапфировая шпинель месторождения низкомагнезиальных мраморов «Перевал».

8.3. Флюорит галечных пляжей Байкала — «Байкальские изумруды».

8.4. Ангарский надвиг в обнажениях западного берега оз. Байкал (пади Жилище, Бол. и Мал Коты, Варначка, Нижняя, мыс Соболева).

8.5. Генетические типы отложений конусов выноса падей западного берега оз. Байкал на интервале пос. Листвянка – Бол. Голоустное.

8.6. Анализ углеводородных проявлений западного берега Байкала между поселками Бол. Коты и Бол. Голоустное.

## Литература

Власов К. Структуры Лизеганга в осадочных породах // сайт Элементы. Картинка дня. Геохимия [Электронный ресурс] [https://elementy.ru/kartinka\\_dnya/1421/Struktury\\_Lizegang\\_v\\_osadochnykh\\_porodakh/](https://elementy.ru/kartinka_dnya/1421/Struktury_Lizegang_v_osadochnykh_porodakh/) (дата обращения 23.06.2023).

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

Данилович В.Н. Метод поясов в исследовании трещиноватости связанной с разрывными смещениями : метод. руководство.– Иркутск, 1961.– 47 с. (Материалы по геологии и полезным ископаемым Иркутской области. Вып. 2 (XXIX))

Данилович В.Н. Тектоника юго-восточной окраины прибайкальской юры.– Иркутск: Иркутское областное издательство, 1941.– 89 с. (Тр. Вост.-Сиб. Геологического Управления, вып. 29)

Иркутская область. Общегеографическая карта.– Иркутск : ФГУП «Вост. Сиб. аэрогеодезическое предприятие, 2012.– 1 л.

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

Коваленко С.Н., Гергенов И.И. К вопросу об источниках рыхлого материала, причин и мест зарождения катастрофических селей в районе горного массива Мунку-Сардык // Геология и



окружающая среда.— 2022.— Т. 2, № 3.— С. 120–132. DOI 10.26516/2541-9641.2022.3.120

Кокунин М.В. Геология драгоценных и цветных камней Восточной Сибири : учеб. пособие.— Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009.—331 с.

Лечебные свойства и применение каменного масла // сайт Медицинские справочники и статьи о здоровье. Лечимся сами [Электронный ресурс] <https://medical-db.net/lechimsya-sami/lechebnye-svoystva-i-primenenie-kamennogo-masla/> (дата обращения 23.06.2023)

Мазукабзов А.М. Дислокации в позднерифейском комплексе Западного Прибайкалья — отражение каледонских коллизионных событий (юг Сибирского кратона) / А.М. Мазукабзов, А.М. Станевич, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Вып. 4.— Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2006.— В 2-х томах.— Т. 1.— С. 232–236.

Мац В.Д. К палеогидрологии Байкала в связи с неотектоникой / Ш. Фуджии, К. Машико, Л.З. Гранина, Э.Ю. Осипов, И.М. Ефимова, А.В. Климанский // Геология и геофизика, 2002, т. 43 (2), с. 142–154.

Падь Семёниха – оз. Сухое – падь Ушканья – падь Семениха // сайт Экотуризм в России — путешествия по особо охраняемым территориям. Маршруты [Электронный ресурс] <https://naturerussia.travel/routes/pad-semyenikha-ozero-sukhoe-pad-ushkanya-pad-semyenikha/> (дата обращения 23.05.2023)

Ружич В.В., Рязанов Г.В. О зеркалах скольжения и механизме их образования // Механизмы формирования тектонических структур Восточной Сибири.— Новосибирск: Наука, 1977.— С. 105–108.

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

Что такое каменное масло // сайт Открытая база [Электронный ресурс] <https://openbase.online/chto-takoe-kamennoe-maslo/> (дата обращения 23.05.2023)

## References

Vlasov K. Lisegang structures in sedimentary rocks // Elements. Picture of the day. Geochemistry [Electronic resource] [https://elementy.ru/kartinka\\_dnya/1421/Struktury\\_L](https://elementy.ru/kartinka_dnya/1421/Struktury_L)

izeganga\_v\_osadochnykh\_porodakh/ (accessed 23.06.2023).

Geological monuments of Baikal / comp. Novosibirsk : Nauka, Siberian Publishing Company, 1993. – 160 p.

Danilovich V.N. Method of belts in study of fracturing connected with displacements : a methodical guide. (Materials of geology and minerals of the Irkutsk region. Vol. 2 (XXIX))

Danilovitch V.N. The Tectonic south-eastern extremity of the Baikal region.— Irkutsk: Irkutsk Regional Publishing House, 1941.— 89 p. (Translations of East-Siberian Geological office, issue 29)

Irkutsk region. General geographical map.- Irkutsk : FGUP "Vost. Sib. aerogeodetic enterprise, 2012.

Kovalenko S.N. Educational field practice of geological survey in Baikal : textbook.- Irkutsk : Publishing house of the Irkutsk State University, 2016. – 183 p.

Kovalenko S.N. Educational field practice of geological survey in the Baikal : textbook.- Irkutsk : publishing house of the Irkutsk State University, 2016. – 183 p.

Kovalenko S.N., Gergenov I.I. On the sources of friable material, causes and places of origin of catastrophic mudflows in the Munku-Sardyk mountain range // Geology and Environment.- 2022.- Volume 2, № 3. – P. 120-132. DOI 10.26516/2541-9641.2022.3.120

Kokunin M.V. Geology of Precious and Non-ferrous Stones of Eastern Siberia: Textbook, – Irkutsk: Publishing house of IPU, 2009. – 331 p.

Therapeutic properties and use of stone oil // site Medical directories and articles on health. Treating ourselves [Electronic resource] <https://medical-db.net/lechimsya-sami/lechebnye-svoystva-i-primenenie-kamennogo-masla/> (accessed 23.06.2023)

Mazukabzov A.M. Dislocations in Late Triassic complex of West Pribaikalia – reflection of Caledonian collisional events (Southern Siberian Craton) / А.М. Mazukabzov, А.М. Станевич, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская // Geodynamic evolution of lithosphere of Central Asian mobile belt (from ocean to continent): Proceedings of the meeting. Vol. 4. – Irkutsk: Institute of the Earth Crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2006. – In two volumes, Volume 1. – P. 232-236.

Matz V.D. To paleohydrology of the Baikal in connection with the neotectonics / S.Fujii, K.Mashiko, L.Z. Granina, E.Yu.

Semenikha Pad – Sukhoie Lake – Ushkaniya Pad – Semenikha Pad // Site Ecotourism in Russia – travels in specially protected areas. Routes [Electronic resource] <https://naturerussia.travel/routes/pad-semyenikha-ozero-sukhoe-pad-ushkanya-pad-semyenikha/> (accessed 23.05.2023)

Ruzhich V.V., Ryazanov G.V. On slip mirrors and the mechanism of their formation // Mechanisms of formation of tectonic structures of Eastern Siberia – Novosibirsk: Nauka, 1977.

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

What is stone oil // site Open Base [Electronic resource] <https://openbase.online/chto-takoe-kamennoe-maslo/> (accessed 23.05.2023)

**Коваленко Сергей Николаевич**,  
кандидат геолого-минералогических наук,  
664003 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,  
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
Associate Professor of the Department of Dynamic Geology,  
tel.: (3952)20-16-39,

email: igpug@mail.ru.

**Декабрёв Илья Константинович**,  
664033 Иркутск, ул. Лермонтова 128,  
Институт земной коры, СО РАН,  
ведущий инженер,  
тел.: (642) 77-46-21,  
email: ilyadekabrev@gmail.com.

**Dekabryov Ilya Konstantinovich**,  
664033 Irkutsk, Lermontov str., 128,  
Institute of the Earth's Crust SB RAS,  
Lead Engineer,  
tel.: (642) 77-46-21,  
email: ilyadekabrev@gmail.com.

**Юрьев Антон Александрович**,  
664033 Иркутск, ул. Лермонтова 128,  
Институт земной коры, СО РАН,  
ведущий инженер,  
тел.: (148) 78-20-97,  
email: zuzua2016@gmail.com.

**Yuriev Anton Alexandrovich**,  
664033 Irkutsk, Lermontov str., 128,  
Institute of the Earth's Crust SB RAS,  
Lead Engineer,  
tel.: (148) 78-20-97,  
email: zuzua2016@gmail.com.

**Богданова Ирина Анатольевна**,  
664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
старший преподаватель,  
email: irinairk@gmail.com.

**Bogdanova Irina Anatolievna**,  
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
Senior Lecturer,  
email: irinairk@gmail.com.