КОНФЕРЕНЦИИ

УДК 371.31; 551.1
https://doi.org/10.26516/2541-9641.2025.4.218
EDN: PRFYOV

Геологические исследования школьников (по результатам региональной конференции «Байкальское кольцо – 2025»)

С.В. Снопков[1,2], Л. Шубин[3], В. Вострикова[3], В. Чупрова[3], Т. Жилкина[4], Н.Г. Репина[3], Г.Г. Веретенина[4]

[1]*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*
[2]*Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия*
[3] *«РЖД лицей № 11», г. Слюдянка, Россия*
[4]*Средняя общеобразовательная школа № 1, п. Михайловка, Россия*

Аннотация. Одной из инноваций современного школьного образования является вовлечение учащихся в исследовательскую работу, в том числе в области геологии. В статье приведены краткие сведения о детских геологических исследованиях, представленных на региональной конференции «Байкальское кольцо».

***Ключевые слова**: геологические исследования учащихся, детские исследовательские экспедиции, конференции детских исследовательских работ*

Geological Research by Schoolchildren (Based on the Results of the Regional Conference "Baikal Ring – 2025")

S.V. Snopkov[1,2], L. Shubin[3], V. Vostrikova[3], V. Chuprova[3], T. Zhilkina[4], N.G. Repina[3], G.G. Veretenina[4]

[1]*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*
[2]*Irkutsk National Research Technical University, Russia*
[3]*RIR Lyceum № 11, Slyudyanka city, Irkutsk Region, Russia*
[4]*Secondary school № 1, Mikhaylovka village, Irkutsk region, Russia*

Abstract. One of the innovations in modern school education is engaging students in research, including in the field of geology. This article provides a summary of children's geological research presented at the regional conference "Baikal Ring".

***Keywords**: students' geological research, children's research expeditions, children's research conferences*

* Статья получена: 18.12.2025; исправлена: 21.12.2025; принята: 26.12.2025.
ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Снопков С.В., Шубин Л., Вострикова В., Чупрова В., Жилкина Т., Репина Н.Г., Веретенина Г.Г. Геологические исследования школьников (по результатам региональной конференции «Байкальское кольцо – 2025») // Геология и окружающая среда. 2025. Т. 5, № 4. С. 218–250. DOI 10.26516/2541-9641.2025.4.218. EDN: PRFYOV
Article received: 18.12.2025; corrected: 21.12.2025; accepted: 26.12.2025.
FOR CITATION: Snopkov S.V., Shubin L., Vostrikova V., Chuprova V., Zhilkina T., Repina N.G., Veretenina G.G. Geological research by schoolchildren (based on the results of the regional conference "Baikal Ring – 2025") // Geology and Environment. 2025. Vol. 5, No. 4. P. 218–250. DOI 10.26516/2541-9641.2025.4.218. EDN: PRFYOV

Введение

10-12 декабря 2025 года в Иркутске прошла региональная конференция краеведческих исследовательских работ обучающихся «Байкальское кольцо». Конференция была организована Министерством образования Иркутской области и Центром дополнительного образования детей, при поддержке Молодежного центра Иркутского областного отделения Русского географического общества. На конференции были представлены результаты краеведческих исследований, выполненные учащимися образовательных учреждений Иркутской области. В рамках конференции работало 6 секций, в том числе, «География Прибайкалья». Экспертная комиссия секции рассмотрела 15 детских работ, связанных с исследованиями в области наук о Земле. Из всех работ 10 включали в себя изучение геологии Прибайкалья. Наиболее интересные работы приводятся в данной статье.

История берегоукрепления Кругобайкальской железной дороги

Учащийся 9 класса «РЖД лицея № 11» (г. Слюдянка) Лев Шубин, занимаясь историей строительства Кругобайкальской железной дороги (КБЖД), обратил внимание на большое количество инженерных сооружений, которые защищают берег от волноприбойной деятельности Байкала. По объему эти защитные сооружения не уступают инженерным сооружениям, созданным при строительстве КБЖД. Кругобайкальский участок являлся завершающим звеном строительства Сибирской железнодорожной магистрали и стал самым сложным при строительстве Транссиба (рис. 1). КБЖД является уникальной в техническом отношении, так как на протяжении около 300 километров было построено более тысячи инженерных сооружений (Хобта, 2004).

Рис. 1. Карта южной части Байкала с указанием линии КБЖД. 1906 г. (Альбом, 1907).

Fig. 1. Map of the southern part of Lake Baikal with the Circum-Baikal Railway line indicated. 1906 (Album, 1907).

Целью исследования было изучение роли берегозащитных сооружений и истории их создания на КБЖД. Для того чтобы достичь цели автору необходимо было выяснить: роль берегозащитных инженерных сооружений, хронологию создания комплекса берегозащитных сооружений, типы применяемых инженерных сооружений. Для решения задач был проведен поиск информации по краеведческой и научной литературе и интернет-источникам, изучение технических документов службы пути ВСЖД, обследование берегозащитных инженерных сооружений.

Сооружение КБЖД происходило в сложных геоморфологических (сильно пересеченный рельеф со скальными участками) и горнотехнических (сложное геологическое строение) условиях, но с началом эксплуатации дороги проявились и другие осложняющие геологические факторы.

Ещё до начала строительства дороги ряд изыскателей указывали на возможные опасные факторы, которые впоследствии могут проявиться. Один из изыскателей варианта железной дороги по южной оконечности Байкала инженер путей сообщения Ф. Докс писал, что «*постройка железной дороги по береговой линии Байкала вызовет неодолимые затруднения*» и потребует огромных затрат (Хобта, 2004).

Основными из таких «неодолимых затруднений» КБЖД стали обвалы на крутых склонах; наводнения и сели; эрозионная деятельность волн Байкала.

Исследователь истории строительства и эксплуатации КБЖД А.В. Хобта указывает, что: «*На КБЖД только за период 1930–1990 гг. произошло свыше 1200 обвалов. Сильнейший обвал был зафиксирован в сентябре 1948 г. на 104 км: обрушилось около 20 тыс. куб. м породы и грунта, а в порядке восстановления был сделан постоянный обход железнодорожного пути. Тогда движение поездов было прервано на четверо суток. … В последние десятилетия наибольший перерыв в движении поездов из-за обвалов был в 1982 г. В тот год здесь произошел обвал скалы объемом 900 куб. м. … На этой трассе (западный участок КЖД) общая площадь скальных обнажений превышает 4.2 млн кв. м. Протяженность обвальных мест составляет 51 км, из которых 33 км являются угрожаемыми, а 7,5 км считаются особо угрожаемыми. В ежегодных технических отчетах отмечалось, что скальные обвалы — основная и трудноустранимая угроза безопасности движения поездов. … Когда участок Байкал — Култук был магистральным, в борьбе со скальными обвалами участвовало 8-9 бригад скалолазов по 20-25 человек в каждой, которые входили в состав путевой строительной конторы (ныне ПМС-224). Кроме того, имелось 25 обходчиков скально-обвальных мест, а при неблагоприятных метеорологических условиях выставлялось до 70 обходчиков. Скалолазы производили профилактическую срезку откосов со средним ежегодным объемом по 100 тыс. куб. м.*» (Хобта, 2005).

Серьезный ущерб при эксплуатации кругобайкальского участка наносили паводки и сели. Они в разные годы могли останавливать движение поездов на всей Транссибирской магистрали на несколько суток. «*Уже в период строительства этого участка насчитывалось 104 селеактивные зоны. При эксплуатации КБЖД катастрофические селевые потоки произошли в 1915, 1927, 1932, 1934, 1938, 1959, 1960, 1962, 1965, 1971 гг. … Наиболее сильные разрушения произошли в 1971 г. … тогда было зафиксировано около 300 селей … было смыто 40 тыс. куб. м насыпи в 29 местах, разрушены шесть малых мостов и порталы двух тоннелей, полностью забиты отверстия у 21 водопропускного сооружения. Общий объем грунта, вынесенного на путь в 117 местах, составил 69 тыс. куб. м. Движение поездов было прервано на 28 суток*» — пишет А.В. Хобта (Хобта, 2005).

Из-за значительной пересеченности местности и обилия водотоков на КБЖД было построено 485 различных искусственных сооружений: труб, лотков, виадуков и мостов. Общая сумма водопропускных пролетов всех сооружений составляет 1698.7 саж., что на 1 версту дороги дает 6.97 саж. отверстий для пропуска воды (Хобта, 2005).

Если первые два фактора исследованы и описаны достаточно подробно, то третий –

волноприбойная деятельность – указывается лишь тезисно: «*Следует иметь в виду и разрушительное воздействие на КБЖД самого Байкала. Уровень воды в озере постоянно меняется, в зависимости от сезона перепады составляют 2 м. Осенью бывают волны высотой до 3 м. Зимой образуются ледяные нагромождения и торосы, весной — надвиги льда. В результате происходит разрушение берегового участка железнодорожного полотна, создается огромная опасность для движения поездов*» (Хобта, 2005).

Причем воздействие этих факторов на разных участках КБЖД оказалось неодинаковым. По воздействию опасных факторов всю линию КБЖД можно разделить на три участка: западный участок (ст. Байкал – ст. Култук), больше всего страдающий от обвалов и в меньшей степени от водно-селевых потоков и волн Байкала; юго-восточный участок (ст. Слюдянка – ст. Мурино), где периодические происходят разрушительные сели и реже обвалы, а волны достигают 3-х метров; юго-восточный участок (ст. Выдрина – ст. Мысовая), где обвалы и селевые потоки явления редкие, а вот волновая эрозия создавала большие проблемы для сохранности полотна дороги, так как наибольшая высота волн в период максимальных штормов достигает 4-5 м (Байкал, 1993, с. 75).

При проектировании строительства дороги инженеры путей сообщения, несомненно, учитывали угрозы разрушения насыпи волнами Байкала. Для предохранения пути от всплесков волн полотно дороги было спроектировано на высоте не менее 2.5 сажень (5.3 м) над уровнем озера (Отчет…, 1908). Но в первые же годы эксплуатации дороги оказалось, что если на западном участке КБЖД максимальная высота волн не превышала 2 метров, то на восточном могла достигать 5 м, то есть практически до полотна дороги! Особенно эта ситуация осложнилась при подъеме уровня воды (более чем на метр) в озере после строительства ГЭС и заполнения Иркутского водохранилища.

Берегоукрепительные сооружения на КБЖД возводились со времени её строительства и до настоящего времени! На уровень 2004 г. инженерными сооружениями укреплено почти 80 п. км берега, в том числе на участке Байкал –Култук — 20.6 п. км и на участке Слюдянка II – Посольская – 56.9 п. км (История…, 2003). Учитывая то, что протяженность дороги от ст. Байкал до ст. Култук составляет 84 км, а от ст. Слюдянка II до ст. Посольская – 218 км, то получается, что на западном участке 25 % дороги пришлось защищать от волновой эрозии, а на восточном – 26 %! Эти сооружения представлены волноотбойными стенами, бермами, волноломами и бунами (волнорезами).

История создания берегозащитных сооружений на КБЖД делится на несколько этапов.

1. Строительство КБЖД. Уже во время строительства дороги откосы полотна, где того требовали местные условия, укреплялись «дерновкою, обсевкою, мощением камнем в один или в два слоя» (История…, 2003). По разливам рек и по берегу Байкала применялись укрепления слоем камня в плетневых клетках, каменными отсыпками и призмами. В местах, где вследствие значительной крутизны склона местности или близости Байкала нельзя было устроить откосы насыпей на естественном грунте, они заменялись каменными призмами, отсыпками и подпорными стенками. Такими же подпорными стенками укреплялись крутые откосы выемок в слабых и разрушенных грунтах. В основном эти волнозащитные сооружения создавались во время строительства второго пути КБЖД (1911–1915 гг.). На рис. 2 и 3 показаны примеры таких берегозащитных укреплений.

Со времён постройки КБЖД до 30-х годов XX века железнодорожный путь и инженерные сооружения, рассчитанные на гидрологический режим озера начала века, позволяли безопасно эксплуатировать дорогу.

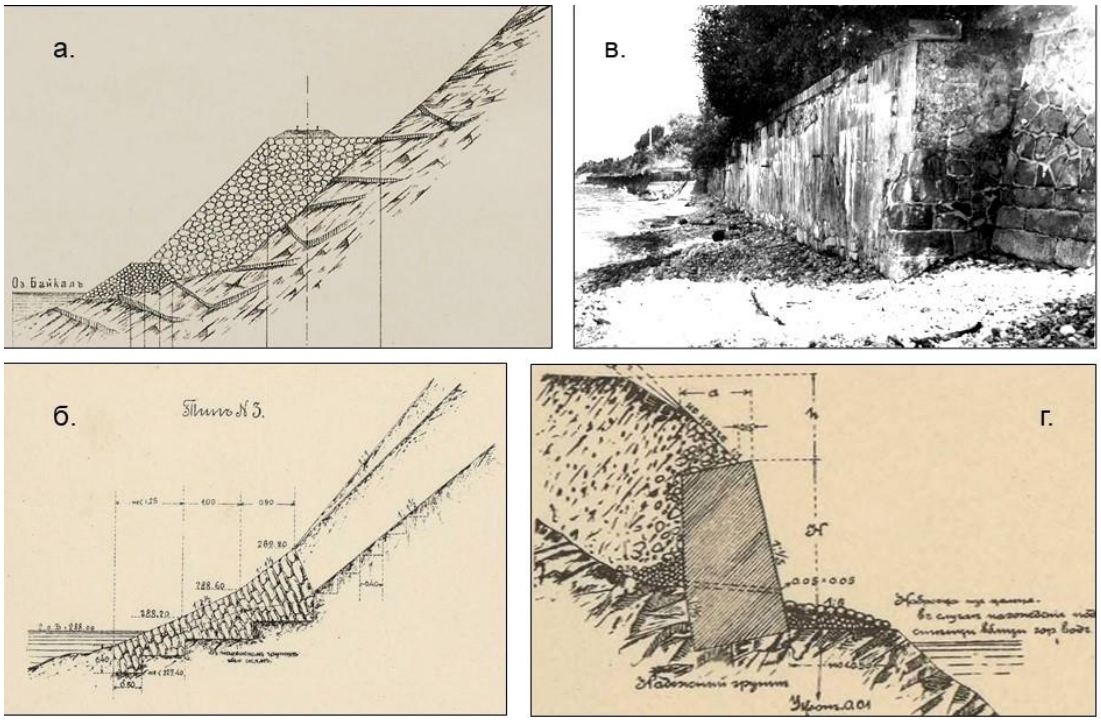

Рис. 2. Примеры берегозащитных сооружений, построенных в период 1902–1915 гг. (а, б – бермы из камня в основании склона; в. – каменные и г. – бетонные волноотбойные стенки) (Альбом, 1907).

Fig. 2. Examples of coastal protection structures built in the period 1902–1915 (а., б. – stone berms at the base of the slope; в. – stone and г. – concrete sea walls) (Album, 1907).

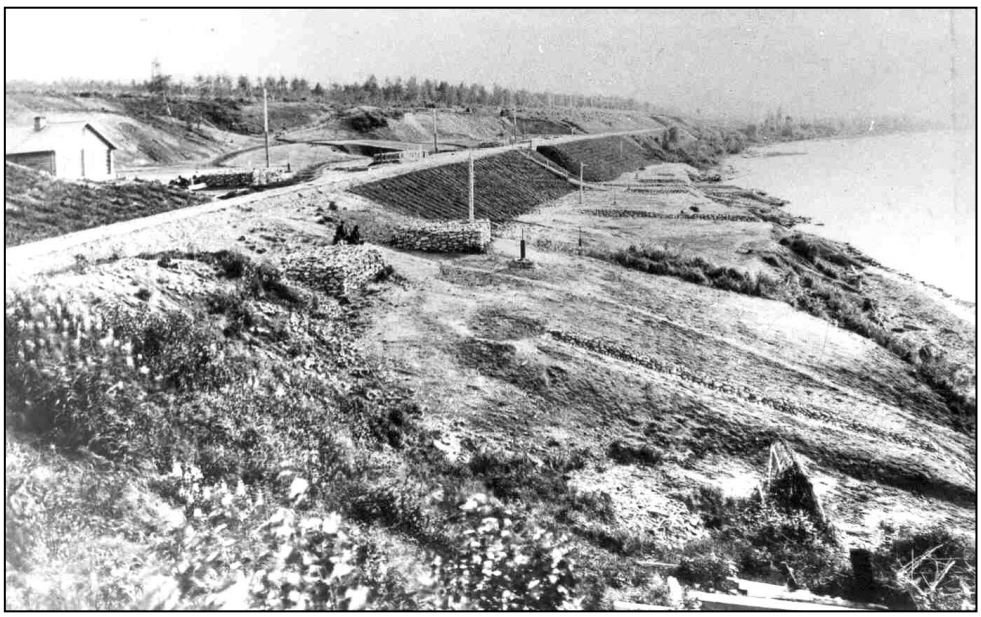

Рис. 3. Панорамный вид строительных работ вблизи ст. Мысовая (19 июня 1903 г.). Для предохранения дороги от волн Байкала берег укреплен камнями в плетневых клетках и каменными отсыпками в виде волнорезов (История…, 2003).

Fig. 3. A panoramic view of construction work near Mysovaya Station (June 19, 1903). To protect the road from Lake Baikal's waves, the shore was reinforced with stones in wattle cages and rock fill in the form of breakwaters (History of..., 2003).

2. Второй этап — 1930-е — начало 1950-х годов. В 1932 г. уровень озера Байкал поднялся до отметки почти 456.0 м (по Балтийской системе высот). Размывы берега волнами озера стали достигать основания насыпи, что приводило к деформации земляного полотна. Восточно-Сибирская железная дорога была вынуждена начать строить берегозащитные сооружения (рис. 4).

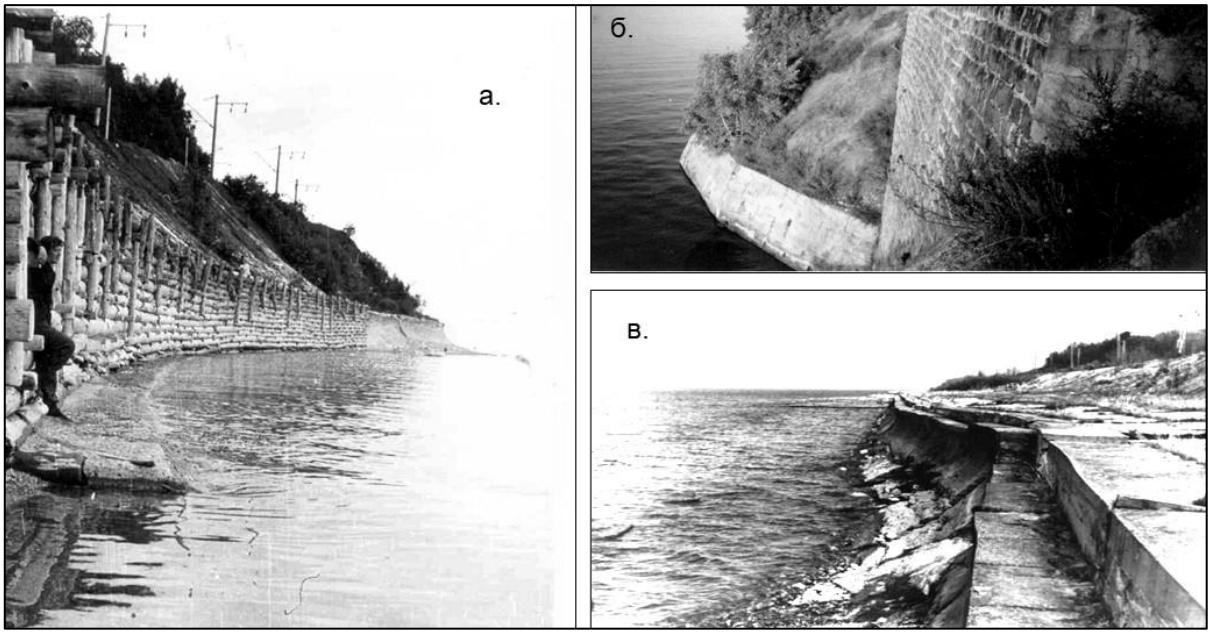

Рис. 4. Примеры ряжевых (а), каменных (б) и бетонных (в) сооружений, построенных в 1930-1950-е годы. (История…, 2003).

Fig. 4. Examples of crib (a), stone (б) and concrete (в) structures built in the 1930s–1950s. (History…, 2003).

Только в 1932 г. на берегу озера было построено 5.2 км каменных стен на бетонном растворе и 8.7 км из камня с кладкой насухо. К 1940 году было построено берегоукрепительных сооружений общей протяженностью 17.7 км, из них 12.8 км – волноотбойные стены на деревянных ряжах. К 1951 году было ещё построено 42.2 км берегоукрепительных сооружений, из них 22.7 км – на участке Байкал-Култук, и 19,5 км – Слюдянка-Посольск (14.5 км – с деревянными ряжами; 23.6 км — каменных и 2.1 км бетонных сооружений) (История…, 2003).

3. Третий этап приходится на вторую половину 50-70-х годов XX века. Поднятие уровня Байкала в связи со строительством Иркутской ГЭС (1957 г.) сделала проблему защиты берега от волновой эрозии намного острее.

В 1962 году уровень Байкала превысил отметку нормального подпорного уровня на 32 см. В результате в осенний штормовой период в 10 местах на участке ст. Снежная – ст. Мысовая размыло основание и часть насыпи; смыло 6 столбов связи, в одном месте обрушился в озеро откос высотой 12 м. ВСЖД вынуждена была ограничивать скорость движения до 10-25 км/час, и на участке 5485 – 5486 км в аварийном порядке сооружать новую насыпь, дальше отстоящую от Байкала. В следующем году (1963 г.) ситуация повторилась – уровень озера превысил нормальный на 29 см, из-за чего вновь пострадала насыпь дороги. Движение поездов на ряде участков было ограничено до 5-25 км/час, и даже останавливалось на 6 часов. В 1964 году уровень превысил нормальный подпорный уровень на 37 см. В 6 местах произошли размывы насыпи и была разрушена волноотбойная стенка. Кроме размыва насыпи дороги происходили интенсивные разрушения берегозащитных сооружений (в первую очередь, деревянных ряжей, заполненных камнем), появлялись новые

неспрогнозированные места размывов, весенний надвиг льда на озере стал достигать полотна (История…, 2003) (рис. 5).

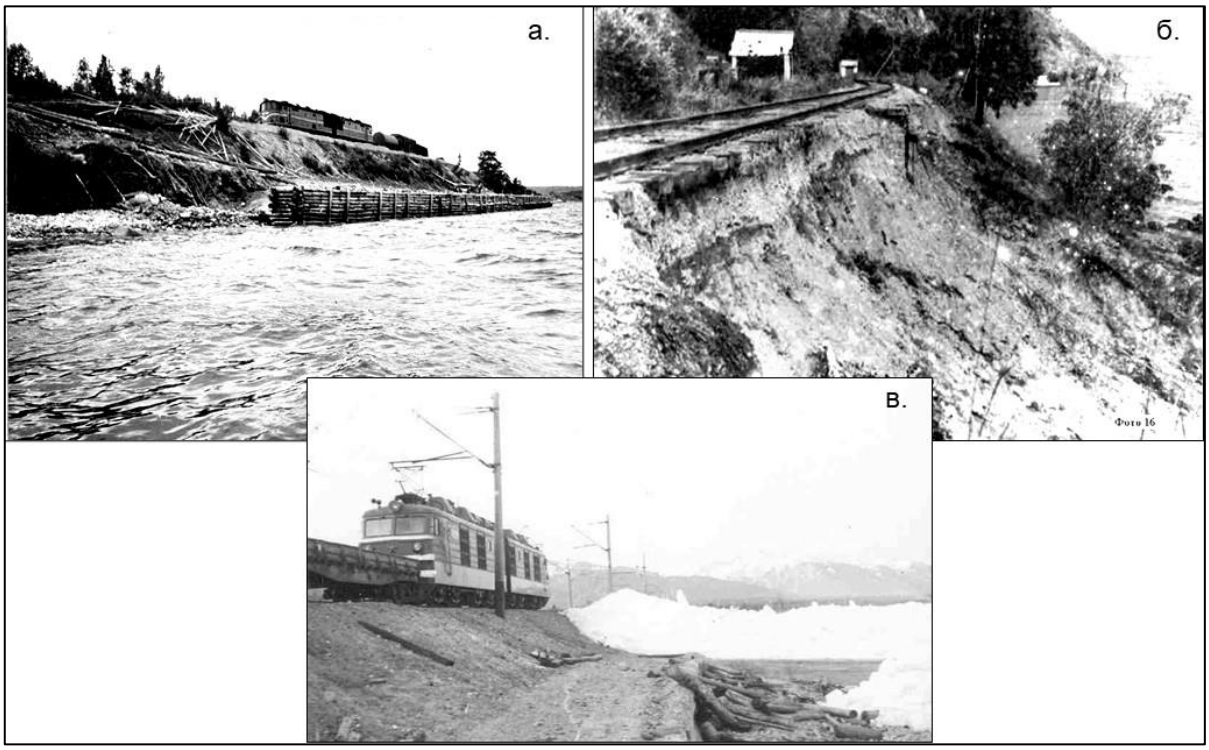

Рис. 5. Примеры разрушения части насыпи в осенние шторма 1962 года (а, б) и надвиг льда весной 1963 г. (в) (История…, 2003).

Fig. 5. Examples of destruction of part of the embankment during the autumn storms of 1962 (a, б) and the ice advance in the spring of 1963 (в) (History..., 2003).

Все это потребовало принятия срочных мер по защите дороги. В эти годы шел ремонт и усовершенствование существующих сооружений, разработка и строительство новых волногасящих сооружений из железобетонных блоков.

В 1964 году специалистами «Ленгипротранс» был разработан проект берегоукрепления на участках Байкал-Слюдянка и Танхой-Посольская КБЖД. Проект учитывал ожидаемое повышение уровня озера на 0.5 м, а также аварийное состояние ряда защитных сооружений от абразии волн Байкала. Особенностью этого периода стало строительство новых инженерных сооружений: составных волноотбойных стен, волноломов и волнорезов (бун) (рис. 13).

Всего за период 1953–1972 гг. было построено волноотбойных бетонных стен — 56.1 км, облицовочных бетонных стен — 3.9 км; ряжевых берм — 2.7 км; ряжевых бун (волнорезов) — 10.3 км; железобетонных шатровых волноломов — 0.7 км; железобетонных бун — 70 шт. В том числе, только в 1964 году было построено волноотбойных стен — 30.8 км; облицовочных стен — 3.9 км; ряжевых берм — 1.327 км; ряжевых волнорезов – 2.9 км (История…, 2003).

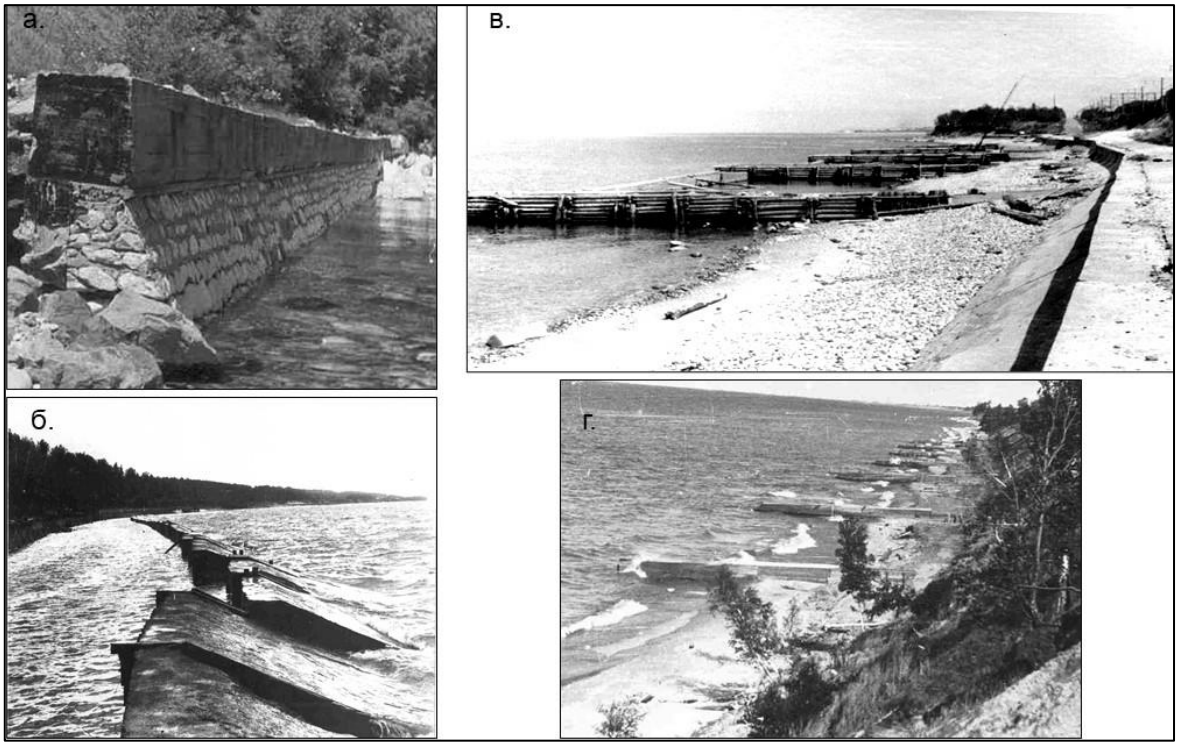

Рис. 6 Примеры волноотбойной стенки из камня, нарощенная железобетонными блоками (а), бетонных водоломов (б), ряжевых (в) и бетонных бун, построенных в 1960-1970-е годы (История…, 2003).

Fig. 6. Examples of a seawall made of stone reinforced with concrete blocks (a), concrete breakwaters (б), cribs (в) and concrete groynes, built in the 1960s and 1970s. (History..., 2003).

После катастрофического паводка 1971 года Постановлением ГосСтроя СССР № 167 от 6.10.71 г. была создана межведомственная комиссия с целью выявления возможностей защиты от разрушительных явлений. В 1974 г. было предложено осуществлять комплексную берегозащиту, включающую волноотбойные стенки, волноломы, бермы из тетраподов и волногасящие пляжи.

В этом же году институтом «Ленгипротранс» была разработана генеральная схема комплекса укрепляющих мероприятий по охране дорожного полотна железных и шоссейных дорог на Кругобайкальском участке Восточно-Сибирской железной дороги. Проект предусматривал использование таких конструкций, как затопленные волнорезы, бетонные стены, стояки различных конструкций (затопленные волнорезы разбивают и гасят большие волны, бетонные стены защищают побережье и склоны земляного полотна от эрозии, откосы позволяют накапливать пляжные отложения непосредственно в межконтинентальном пространстве) (Генеральная…, 1974).

В 1975 году техническим советом ВСЖД схема комплексной защиты была одобрена, но Министерство путей сообщения её не утвердила. Поэтому комплексная берегозащита осталась только в планах, а ВСЖД продолжало «латать дыры» в инженерных сооружениях. С 1972 по 1984 год было построено бетонных волноотбойных стен — 2.8 км (из 12 необходимых); берм из бетонных блоков перед изношенными стенами — 9.5 км, в том числе 1.5 км из тетраподов (из 29.3 км необходимых) (История…, 2003) (рис. 7).

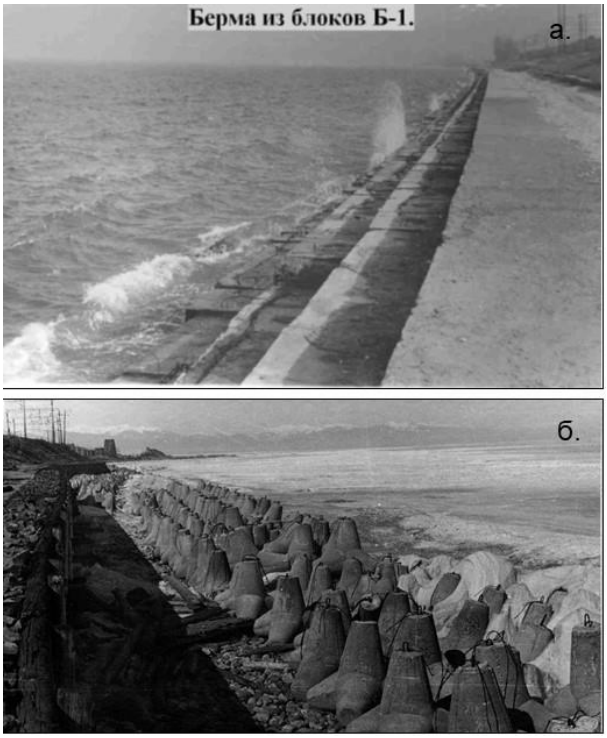

Рис. 7 Примеры волногасящих берм из бетонных блоков (а) и тетраподов (б), построенных в 1970-е годы. (История …, 2003)

Fig. 7. Examples of wave-damming berms made of concrete blocks (a) and tetrapods (б), built in the 1970s. (History …, 2003)

4) Следующий этап — 1980-е – начало 2000-х годов – связан с ужесточением экологических требований к строительству сооружений на берегах Байкала. Ещё в конце 1970-х годов ВСЖД начала применять волногасящие бермы из горной массы определенного гранулометрического состава, распределенного по профилю. Первый опыт устройства берм из сортированной горной массы был получен во время строительства Байкальского участка БАМа (История…, 2003).

На основании Указания начальника ВСЖД №280400/6 от 05.02.90 г. «О неотложных мерах экологического оздоровления дороги» был разработан «Экологический паспорт берегозащиты Кругобайкальского участка ВСЖД». Согласно этому документу ВСЖД отказывалась от строительства бетонных сооружений из-за отрицательного влияния бетона на биологические процессы в прибрежной зоне Байкала и переходила на создание каменной отсыпки.

Протяженность всего комплекса волногасящих берм на КБЖД из сортированной горной массы составила 78 км. Стоимость 1 п. м. нового берегоукрепления оказалась на 30-40 % дешевле всех предыдущих вариантов. Однако опыт эксплуатации каменных берм показал, что требуется ежегодная досыпка горной массой в объеме 4 %, то есть для всего комплекса — 300–400 тыс. куб. м в год (История…, 2003).

Для эксплуатационного содержания волногасящих берм требовалось 200 думпкаров (грузовых вагонов-самосвалов, предназначенных для перевозки сыпучих грузов), 20 автосамосвалов, 8 бульдозеров, 4 экскаватора, 4 автокрана и 2 трейлера. При этом планировалось использовать существующие карьеры строительного камня в Ангасолке и Слюдянке, плюс открыть новый карьер в Мишихе. Кроме того, предполагалась прокладка технологического железнодорожного пути по верхней части берм для подъезда думпкарных вертушек. К сожалению, и этот проект был не реализован. К 2004 году из 784 км волногасящих берм было сделано всего 12.9 км, отсыпано 1.2 млн м^3 скальной массы из 7.9 млн м^3 необходимых (История…, 2003).

Современный берегозащитный комплекс КБЖД включает:

волноотбойные стены (1956–1986 гг.) — 28.984 п. км;

облицовочные стены (1958 г.) — 300 п. м;

буны (1963–1977 гг.) — 73 шт.;

волноломы перед волноотбойными стенами (1964–1974 гг.) — 7854 п. м;

бермы из тетраподов перед волноотбойными стенами (1967–1979 гг.) — 1697 п. м;

бермы из бетонных блоков (1967–1992 гг.) — 12 745 п. м;

бермы из горной массы (1986–2003 гг.) — 14900 п. м.

Большинство из берегозащитных сооружений за время своей эксплуатации сильно обветшали. На участке Байкал–Култук из построенных 20.6 км волноотбойных стен у 15.5 км вышел срок службы (75 %). На участке Слюдянка II – Посольская, из 56.932 п. км берегоукрепительных сооружений, у 38.177 — истёк срок службы (67 %). (История…, 2003)

В настоящее время ситуация продолжает ухудшаться, так как в период с 2012 по 2018 год на Байкале наблюдалось маловодие, и эрозионная деятельность волн заметно снизилась. Соответственно уменьшилась вероятность аварийных ситуаций. Однако, начиная с 2019 года, уровень воды в озере резко поднялся и достиг отметок, на 25-30 см превышающих уровень Байкала в 1995-2010 гг., что вновь обострило проблемы защиты железной дороги от волновой эрозии.

Влияние геологии юго-западного берега Байкала на сооружение и эксплуатацию КБЖД

Учащаяся 6 класса «РЖД лицея № 11» (г. Слюдянка) Виктория Вострикова в июле 2025 г. приняла участие в детской краеведческой экспедиции, организованной музеем истории ВСЖД ОАО РЖД, в которой участвовали специалисты «Заповедного Прибайкалья», Байкальского музея и геологического факультета ИГУ. В рамках этой экспедиции были проведены исследования, в том числе геологические, участка Кругобайкальской железной дороги в районе станции Маритуй. Автор исследования задалась вопросом, почему горные породы полосы КБЖД, с одной стороны, стали главным материалом для её сооружения, а с другой — главной проблемой при эксплуатации дороги.

Для поиска ответа на вопрос автор решила выяснить, какими горными породами представлен геологический разрез зоны КБЖД; определить, какие горные породы применяли для строительства инженерных сооружений; в чем заключаются причины образования многочисленных обвалов. Для решения задач был проведен поиск информации по краеведческой и научной литературе и интернет-источникам, изучение архивных документов строительства КБЖД, обследование скал и инженерных сооружений КБЖД во время краеведческой экспедиции в июле 2025 г. Во время работы автор обращалась за консультациями к кандидату исторических наук, исследователю истории строительства КБЖД А.В. Хобте и кандидату геолого-минералогических наук, доценту геологического факультета ИГУ С.В. Снопкову.

Кругобайкальский участок сооружался на последнем этапе строительства Великой Сибирской железнодорожной магистрали, когда рельсы подошли к берегу Байкала и с востока, и с запада. В течение нескольких лет проводились изыскания вариантов дороги вокруг озера. В 1901 году на основании исследований горных инженеров, экономических и технических изысканий было выбрано направление строительства Сибирской железной дороги по берегу Байкала от истока Ангары до села Култук (Хобта, 2004, с. 30).

К весне 1902 г. Министерство путей сообщения представило в Комитет Сибирской железной дороги смету на строительство КБЖД от станции Байкал до станции Мысовая, которая составила почти 52,524 млн руб. Высокая стоимость участка дороги была вызвана особыми условиями рельефа и сложностью строительства. Смета была утверждена к исполнению императором Николаем II 13 июня 1902 г. Непосредственно строительство дороги по разрешению императора было начато на несколько месяцев раньше (Хобта, 2004, с. 35).

Строительство первого пути КБЖД шло с 1902 по 1904 г. В постоянную эксплуатацию восточный участок Танхой – Слюдянка был сдан 15 марта 1905 года, а западный участок Слюдянка – Байкал – 16 октября того же года (Хобта, 2004, с. 48). Сооружение второго пути проводилось в 1911–1915 гг. При строительстве второго пути поменялся строительный материал, из которого создавали инженерные сооружения. Камень и металл во многих случаях заменили железобетоном (Хобта, 2004, с. 56).

По мнению А.В. Хобты, сооружение КБЖД является самым грандиозным строительством в России в начале XX века (Хобта, 2004, с. 57). С 1902 по 1915 гг. только на западном участке КБЖД было построено 750 искусственных сооружений: 40 тоннелей общей длиной более 9 километров (38 тоннелей во время строительства первого пути и два тоннеля во время прокладки второго пути; один тоннель не сохранился); 19 галерей; каменных труб – 6 шт.; каменных лотков – 3 шт.; каменных виадуков – 19 шт.; мостов с железным пролетным строением – 226 шт.; мостов и труб железобетонных – 208 шт.;

подпорных стенок – 229 шт. (Хобта, 2005). Из них 540 инженерных сооружений построены с применением каменных глыб и тесаных блоков из местных горных пород (рис. 8)

Рис. 8. Портал галереи, сложенный из тесанных каменных блоков и нетесаных глыб (циклопическая кладка). Фото автора, 2025 г.

Fig. 8. The gallery portal, constructed of hewn and unhewn stone blocks (Cyclopean masonry). Photo by the author, 2025.

В геологическом отношении западный участок КБЖД от станции Байкал до Култука представляет собой поднятый край Сибирской платформы – Шарыжалгайский выступ. Здесь на участке протяженностью более 80 км на поверхность выходят древнейшие (архейские) горные породы фундамента платформы. По современным научным представлениям возраст этих пород составляет 2.9-3.6 млрд лет (Байкаловедение, 2012, с. 306).

Шарыжалгайский комплекс сложен метаморфическими породами, образовавшимися в недрах земной коры при очень высоком давлении и температуре. Основными породами комплекса являются мигматиты и гранитогнейсы. В меньшей объеме встречаются пироксениты, амфиболиты, кристаллические сланцы, кальцифиры и мраморы (Грудинин, 2011, с. 22). При строительстве инженерных сооружений использовались далеко не все горные породы, представленные на КБЖД, а только наиболее прочные разновидности.

Одной из важных характеристик горной породы при использовании её при строительстве является прочность. Прочность горной породы зависит от следующих факторов: твердости породообразующих минералов; плотности кристаллической структуры (чем меньше зерна минералов и плотнее их сцепление в породе, тем она прочнее); наличия трещин и пустот (чем меньше в породе трещин и пор, тем она прочнее); устойчивости к химическим и физическим воздействиям. К породам высокой прочности относятся ряд магматических (мелкозернистые гранит и диорит) и метаморфических (кварцит, мигматит) горных пород (Ананьев, 2005, с. 33–45).

Наиболее прочными породами из шарыжалгайского комплекса являются мигматиты и гранитогнейсы. Мигматитами называется горная порода, образующаяся при высокотемпературном метаморфизме, когда происходит частичное выплавление некоторых минералов. В результате такого частичного переплавления в породе образуются переслаивающиеся прослои. Первые из них — это более древний и сохранившийся субстрат метаморфической породы, второй — новообразованный жильный материал породы, представленный кварцем, гранитом или

пегматитом. Гранитогнейс – это метаморфическая порода, имеющая гнейсовый облик и гранитный минеральный состав.

При обследовании трех тоннелей, одного моста и двух подпорных стенок на участке Киркидай – Маритуй автор обнаружила, что каменные блоки, из которых построены инженерные сооружения, представлены только гранитогнейсами и мигматитами (рис. 9, 10).

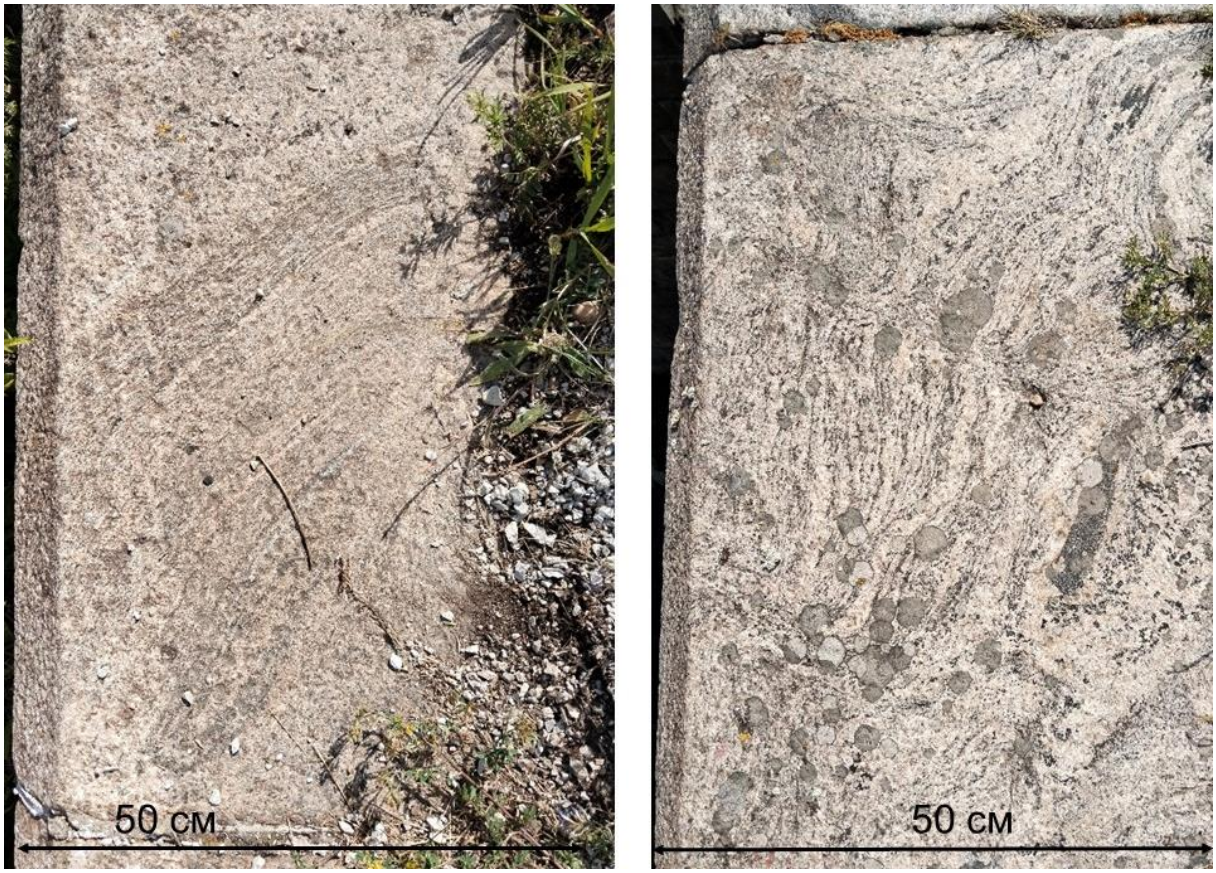

Рис. 9. Блоки из гранитогнейса. Мост через реку Маритуйка. Фото автора, 2025 г.

Fig. 9. Granite gneiss blocks. Bridge over the Marituyka River. Photo by the author, 2025.

Рис. 10. Подпорная стенка на станции Маритуй (сверху), сложенная из тесанных блоков мигматита (снизу). Фото автора, 2025 г.

Fig. 10. Retaining wall at the Maritui station (top), made of hewn migmatite blocks (bottom). Photo by the author, 2025.

Обвалы склонов на КБЖД начались еще во время её строительства и продолжаются до настоящего времени (рис. 11).

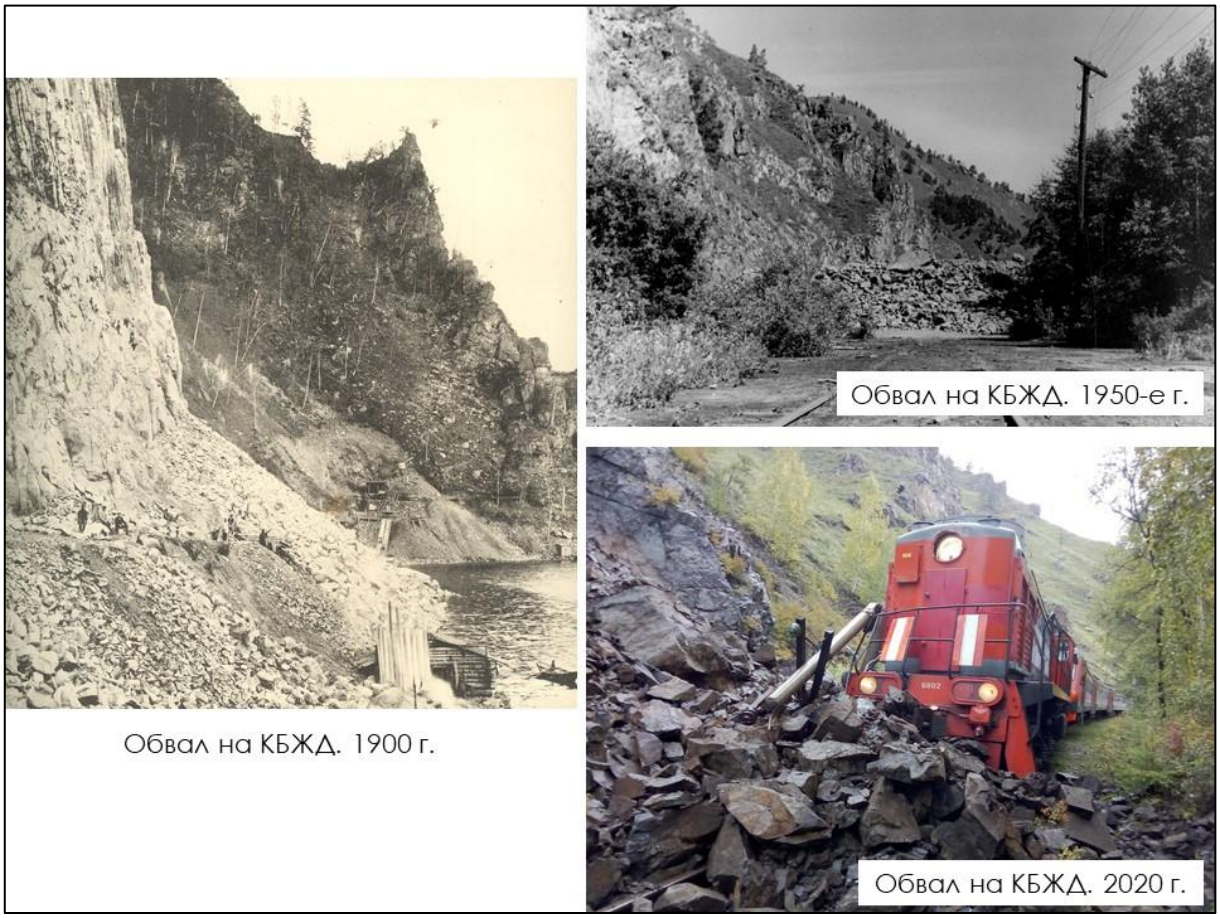

Рис. 11. Обвалы на КБЖД.

Fig. 11. Landslides on the Circum-Baikal Railway.

Наибольшее количество обвалов происходило при сооружении тоннелей и выработке железнодорожных выемок. По сообщению А.В. Хобта, практически не было ни одного тоннеля, где бы ни происходили обвалы. Объем обрушившейся при обвале породы мог достигать 3-4 тыс. м^3. Уже в период временной эксплуатации дороги частые обвалы периодически загромождали путь и вызывали перерывы в движении до семи дней (Хобта, 2005, с. 146). По данным А.В. Хобта, во второй половине XX века на западном участке КБЖД объем скального грунта, который пришлось убирать после обвалов и осыпей, оказался равным объему скальных работ при сооружении дороги!

Исследователи истории сооружения КБЖД приходят к выводу, что горные инженеры – изыскатели КБЖД – переоценили прочность скал на этом участке. Руководитель геологического изучения района знаменитый геолог И.В. Мушкетов считал, что «*на байкальском направлении развиты только прочные породы архейского возраста, значит склоны будут устойчивыми. Лишь отдельные места (3-4, длиной не более 1 км) могут вызвать опасения, но их легко сделать безопасными*». Мушкетов писал, что несмотря на то, что по первому впечатлению строительство дороги кажется невозможным, но сравнивая её с существующими альпийскими дорогами, можно утверждать, что КБЖД будет «несравненно безопаснее» (Хобта, 2005, с. 28). Но уже через несколько лет начальник строительства КБЖД К.Н. Симберг писал: «*Чрезвычайно неустойчивая Кругобайкальская железная дорога не имеет себе подобных в Европе …*» (Хобта, 2005, с. 50).

Еще до сдачи в эксплуатацию дороги Управление строительством обратиться за помощью к геологу А.В. Львову с просьбой разобраться в причинах обвалов. В результате многолетних наблюдений за склонами Львов пришел к выводу, что: «*… заключения профессора Мушкетова оказались ошибочными, потому что Мушкетов был введен в заблуждение заведующими измерительными партиями, не пожелавшим считаться с вопросом о происхождении озера Байкал …*». Обнаруженные Львовым высокая трещиноватость, многочисленные сдвиги и сбросы блоков горных пород привели его к диаметрально противоположным выводам (Хобта, 2005, с. 151). Автор попыталась разобраться, почему Львов считал главной причиной обвалов «происхождение озера Байкал».

Известно, что обвалы возникают на крутых склонах (более 45–50°) и обрывах. При крупных обвалах масса обломков устремляется вниз по склону, дробясь на более мелкие и увлекая за собой попутный рыхлый материал. Образуется облако пыли, масса обломков падает в долины, разрушая здания, дороги, запруживая реки. Наиболее часто обвалы бывают связаны с трещиноватостью пород, подмывом или подрезкой склонов, избыточным увлажнением пород, перегрузками обрывов, землетрясениями. Обвалы могут возникать вследствие глубокого растрескивания пород после неправильно выполненных взрывных работ, неудачного заложения выработок относительно напластования и направления трещиноватости (Ананьев, 2005).

На строительстве КБЖД существуют практически все указанные факторы: большинство склонов имеют большую крутизну (до скального); при сооружении выемок происходила подрезка склона и увеличение нагрузки на его основание; периодически во время дождей происходило избыточное увлажнение пород; для выборки ниш в скалах применялись взрывные работы, которые вызывали растрескивание пород и т.д. Но эти факторы действуют всегда если сооружение дороги идет в горной местности.

Главным отличием байкальских склонов от альпийских являлось то, что Байкал — территория активной тектонической деятельности. Байкальская впадина появилась в результате развития гигантской континентальной тектонической структуры растяжения — Байкальского рифта (Байкаловедение, 2012, с. 335). Сама рифтовая зона включает многочисленные разломы. Наиболее крупным разломом юго-западной части Байкала (там, где находится КБЖД) является Южно-Байкальский разлом (который также называют Обручевским сбросом) (Байкаловедение, 2012, с. 387). Именно Обручевский сброс

сформировал обрывистый и скальный берег озера (рис. 12).

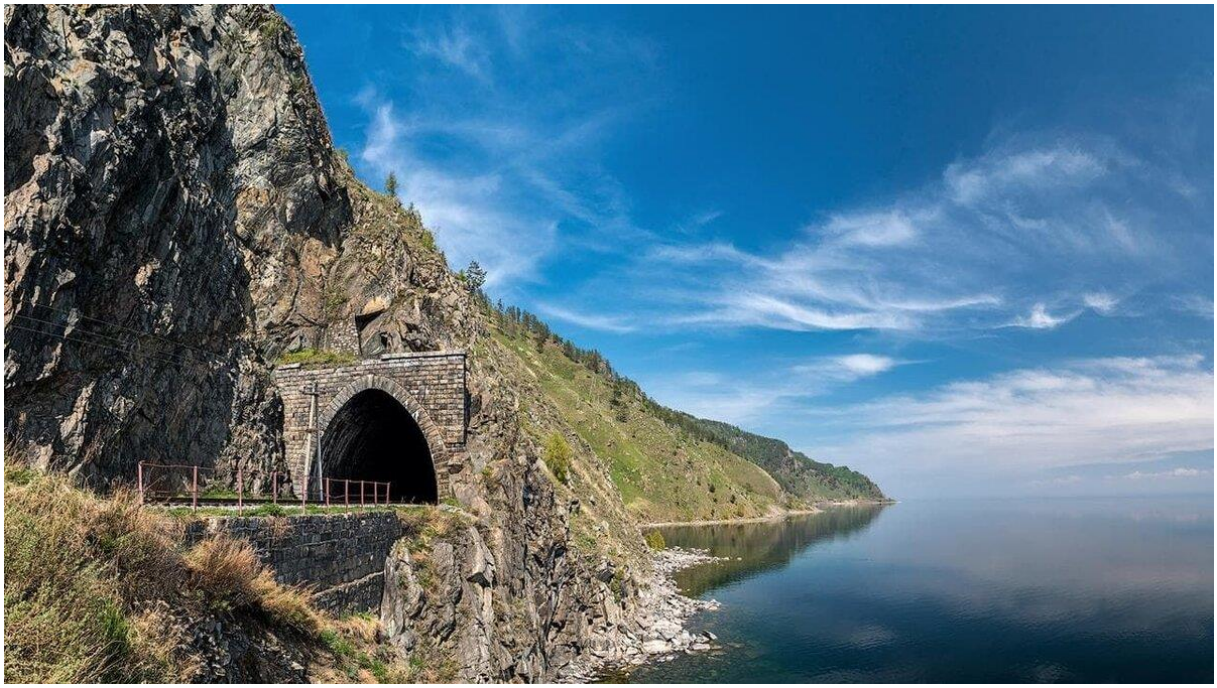

Рис. 12. Типичный вид юго-западного берега Байкала.

Fig. 12. Typical view of the southwestern shore of Lake Baikal.

Западный борт Байкальской впадины образован системой листрических сбросов и сдвиго-сбросов (Байкаловедение, 2012, с. 403). Как правило, крутонаклонные у поверхности земли сбросы с глубиной выполаживаются и становятся субгоризонтальными. Такие сбросы называются листрическими (от греч. listron – лопата). Дальнейшее последовательное распространение разлома в блок лежачего крыла приводит к образованию листрического веера сбросов, который раскалывает массив горных пород на отдельные параллельные блоки (Прокопьев, 2004) (рис. 13).

Рис. 13. Веер листрических сбросов на юго-западном берегу Байкала.

Fig. 13. Listric fault fan on the southwestern shore of Lake Baikal.

Кроме того, при формировании сброса возникает система боковых (оперяющих) трещин. Среди которых выделяют трещины скалывания и отрыва, расположенные под углом друг к другу. Трещины скалывания образуются в приразломной зоне параллельно

поверхности самого разлома; трещины отрыва направлены перпендикулярно оси наибольших растягивающих напряжений, то есть в противоположную сторону относительно движения блока («против шерсти» движения блока горных пород) (Прокопьев, 2004) (рис. 14).

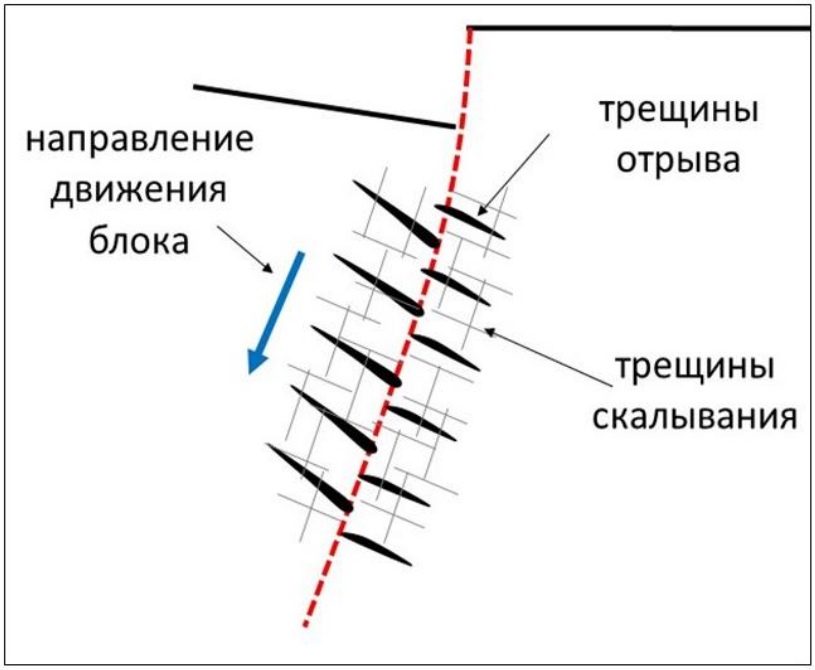

Рис. 14. Схема расположения трещин оперения у сбросов (Рисунок авторов).

Fig. 14. Schematic diagram of the location of the feathering cracks near the faults. (Author's drawing).

Во время экспедиции на КБЖД летом 2025 года авторы обнаружили многочисленные проявления трещин скалывания и отрыва в скальных обнажениях КБЖД (рис. 15, 16).

Рис. 15. Трещины отрыва (слева) и скалывания (справа) в массиве горных пород. Фото автора, 2025 г. (Жирной стрелкой указано направление плоскости сброса, тонкими –трещины отрыва и скалывания).

Fig. 15. Tension (left) and shear (right) cracks in a rock mass. Photo by the author, 2025. (The thick arrow indicates the direction of the fault plane; the thin arrows indicate the tension and shear cracks).

Рис. 16. Трещины отрыва (желтые стрелки) и скалывания (красные стрелки) в массиве горных пород. Фото автора, 2025 г.

Fig. 16. Tension cracks (yellow arrows) and shear cracks (red arrows) in a rock mass. Photo by the author, 2025.

Таким образом, в ходе проведенного исследования было выяснено, что на КБЖД для строительства более 70 % инженерных сооружений применялся природный камень. Камень добывался непосредственно в зоне строительства дороги: либо в разрабатываемых выемках, либо небольших карьерах в распадках. Для строительства использовали преимущественно гранитогнейс и мигматит, которые являются наиболее крепкими породами шаражалгайского комплекса, и в тоже время эти породы являются основным материалом обвалов и осыпей.

Неустойчивость байкальских склонов — это результат действия ряда природных и техногенных причин, самой главной из которых является высокая трещиноватость и неустойчивость горных пород. Трещиноватость является следствием развития крупной тектонической структуры – Обручевского сброса, в ходе формирования которого происходило раскалывание массива горных пород на отдельные блоки. Кроме того, эти блоки сами расколоты на более мелкие за счет образования многочисленных трещин отрыва и скалывания. Таким образом, береговой массив горных пород в районе КБЖД оказался расколот на блоки различных размеров и представляет собой неустойчивую обвалоопасную зону, где периодически происходит обрушение склонов.

Изучение особенностей истока реки Иретка (Черемховский район)

Учащаяся 7 класса средней общеобразовательной школы № 1 п. Михайловка (Черемховский район) Татьяна Жилкина во время краеведческой экспедиции обратила внимание на необычность истока одной из рек Черемховского района — Иретки.

Реки, протекающие по территории района (Большая Белая, Малая Белая, Иретка, Илотка, Большая Иреть, Малая Иреть, Голуметь, Онот, Урик), относятся к бассейну реки Белая. В верховьях большинство из них — это типичные горные реки, которые, выйдя

на Иркутско–Тулунскую равнину, становятся типичными равнинными реками. Совсем небольшая по протяженности (чуть больше трех километров) река Иретка отличается от других тем, что её исток находится не в горах, а на равнине, и уже в полукилометре ниже истока она становится полноводной рекой (рис. 17).

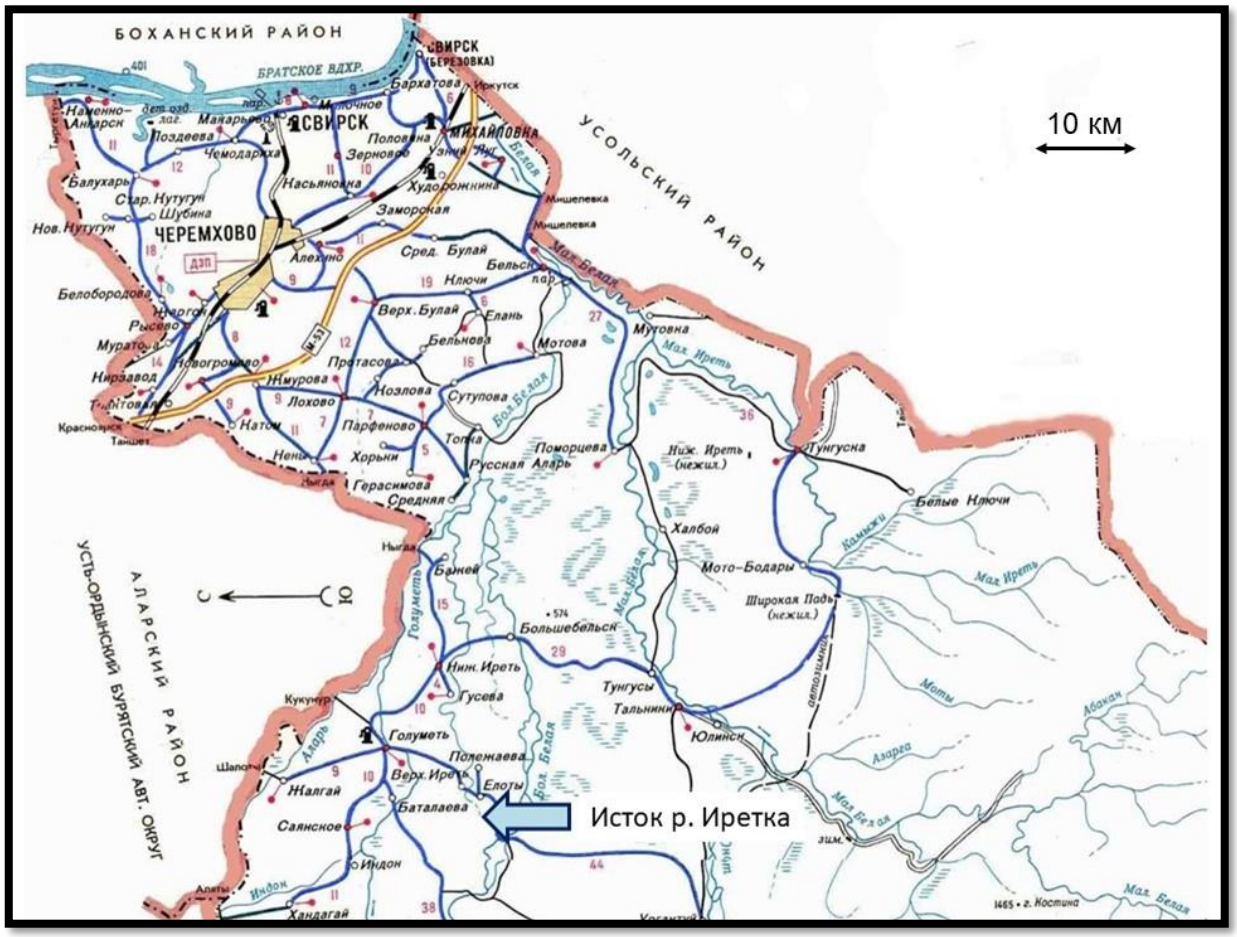

Рис. 17. Фрагмент карты Черемховского района с указанием истока реки Иретка.

Fig. 17. Fragment of the map of the Cheremkhovsky district indicating the source of the Iretka River.

Для того, чтобы объяснить гидрологические особенности реки, краеведы школы совершили три экспедиции к истоку Иретки (в марте, июле и сентябре 2025 года) (рис. 18). В ходе экспедиции авторы провели осмотр местности и гидрологические замеры в двух точках наблюдения: у истока и в 500 м ниже по течению (местечко «Засолка») (рис. 19).

Рис. 18. Участники экспедиции в сентябре 2025 г.

Fig. 18. Expedition participants in September 2025.

Рис. 19. Карта реки Иретка с указанием точек наблюдения.

Fig. 19. Map of the Iretka River with observation points indicated.

Для поиска информации о реке Иретка и геологическом строении территории авторы воспользовались книгой «Черемховский район» (Суходолов, 2004); встречались с

местными краеведами (А.Н. Распутиной, Г.Н. Кочневой, Л.А. Антипиной); провели консультации со специалистами (доцентом ИГУ, канд. геол.-минерал. наук С.В. Снопковым, гидрогеологом Ангарской экспедиции В.Д. Дергачевым и ведущим инженером Территориального фонда геологической информации по Сибирскому федеральному округу Н.И. Швалевой).

Рельеф территории реки Иретка – это холмистая равнина, высотой около 500 м над уровнем моря, образованная наносами реки Белой, с явно выраженным террасовым рельефом (Суходолов, 2002). Река Иретка течет в междуречии рек Большая Белая и Голуметь в направлении на северо-восток. По сообщениям местных жителей, вода в реке зимой не замерзает даже при очень низких температурах. В 3.5 км от истока Иретка, сливаясь с рекой Илоткой, дает начало реке Большая Иреть. Левый берег Иретки пологий, правый – изрезанный (чередование низин и возвышенностей). Пойма и берега реки сильно заболочены.

От истока на протяжении полукилометра по берегам и на дне реки фиксируются многочисленные выходы подземных вод, изливающих на поверхность большой объем воды. Некоторые из этих родников представляют собой целые ручьи, вытекающие из-под земли (рис. 20). Кроме истока авторы обнаружили еще 4 крупных родника-ручья, впадающих в Иретку справа. Кроме родников-ручьев по берегам реки многочисленные выходы подземных вод находятся на дне. Они проявляются либо в виде четко выраженных ключей (с бурлящей водой), либо в виде больших участков светлого песка (рис. 21). Местами эти ключи на дне реки создают впечатление кипящего песка. Ключи на дне реки «работают» неравномерно – минут через 15-30 происходит затухание активности ключей, а после паузы бурление начинается вновь.

Рис. 20. Исток реки Иретка.

Fig. 20. Source of the Iretka River.

Рис. 21. Ключи на дне реки Иретка, фиксируемые по участкам светлого песка.

Fig. 21. Keys on the bottom of the Iretka River, identified by areas of light sand.

Если вблизи истока ширина реки составляет 2-3 метра, то уже в 100 м ниже – 18 м, а в 500 м (местечко «Засолка») — она возрастает до 46 метров (рис. 22).

Рис. 22. Река Иретка в 100 м (слева) и 500 м (справа) от истока.

Fig. 22. The Iretka River 100 m (left) and 500 m (right) from its source.

Исток реки (верхний родник) характеризуется расходом воды 0.11 м^3/с. Вода прозрачная без запаха. Измерения температуры воды в истоке проводились трижды: в марте, июле и сентябре 2025 года- и дали значения 1.5, 1.8 и 1.7 °С, соответственно. По данным лаборатории экологического мониторинга природных и технических сред ИРНИТУ, жесткость воды в истоке реки составляет 2.8 мг-экв/л, что позволяет отнести воду к категории «мягкая».

В районе местечка «Засолка» (ТН-2, рис. 19) река приобретает вид озера глубиной до 60 см. Скорость течения составляет всего 0.1 м/с. Расход воды в этой точке наблюдения увеличивается до 1.6 м^3/с, то есть на участке протяженностью 500 м увеличивается в 16 раз.

От местных жителей авторы узнали интересные факты о реке. Местность «Засолка» называется так потому, что в этом месте местные жители засаливали огурцы и помидоры. Для этого дно реки углублялось на 1 метр, и в углубление устанавливались бочки с засоленными овощами на хранение. Температура воды 1-2 °С сохраняла соления лучше, чем в погребе. Зимой и весной эти соления доставали на домашний стол или для продажи на рынке в г. Черемхово. Так как Иретка является полноводной и незамерзающей в течение всего года, в 50-е годы XX века в районе селения Мандагай была построена Полежаевская ГЭС, снабжавшая электроэнергией окрестные селения. Для увеличения перепада высот до 4 м, на протяжении 700 м было проведено углубление русла.

Проведенные наблюдения показали, что исток реки Иретка представляет собой площадную разгрузку грунтовых восходящих вод. Отличительной особенностью восходящих источников является характер выхода струи воды — поднимаясь под напором снизу, вода бурлит и бьёт ключом. На выходе восходящих источников часто наблюдается процесс суффозии — вынос водой песка из водоносного слоя (Всеволожский, 2007). Как было показано выше процесс суффозии на дне Иретки проявлен широко (рис. 21, 22).

Питание грунтовых вод в основном осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков — просачивания свободной воды от поверхности земли до уровня водоносного горизонта. Величина инфильтрации зависит от продолжительности и интенсивности выпадения осадков, литологического состава и водопроницаемости горных пород, рельефа поверхности и других факторов. Разгрузка грунтовых вод из водоносных горизонтов осуществляется в виде родников, фильтрации в русла рек или на дно водоемов. Эти процессы происходят при наличии гидравлической связи грунтовых и поверхностных вод. Образование родников определяется главным образом двумя причинами: эрозионной расчлененностью рельефа (вскрывающей водоносный горизонт) и фильтрационной неоднородностью водовмещающих пород (обусловливающей неравномерную обводненность разреза, вследствие высокой проницаемости некоторых участков, присутствия зон интенсивной трещиноватости и закарстованности, наличия слабопроницаемых экранов и др.) (Всеволожский, 2007).

С геологической точки зрения река Иретка находится в зоне краевого прогиба Сибирской платформы, вблизи её границы с Байкальской складчатой областью. Иретка берет свое начало вблизи контакта раннекембрийских отложений Булайской свиты и раннеюрских отложений Черемховской свиты. Причем первые из них преимущественно представлены карбонатными породами (доломитами и известняками), а вторые — осадочными терригенными породами (песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты, туфы). Юрские отложения залегают на кембрийских несогласно. Верхняя часть геологического разреза в долине реки перекрыта плейстоценовыми аллювиальными отложениями (галечниками, песками, супесями, суглинками, глинами), мощность которых может достигать 25 м (рис. 23).

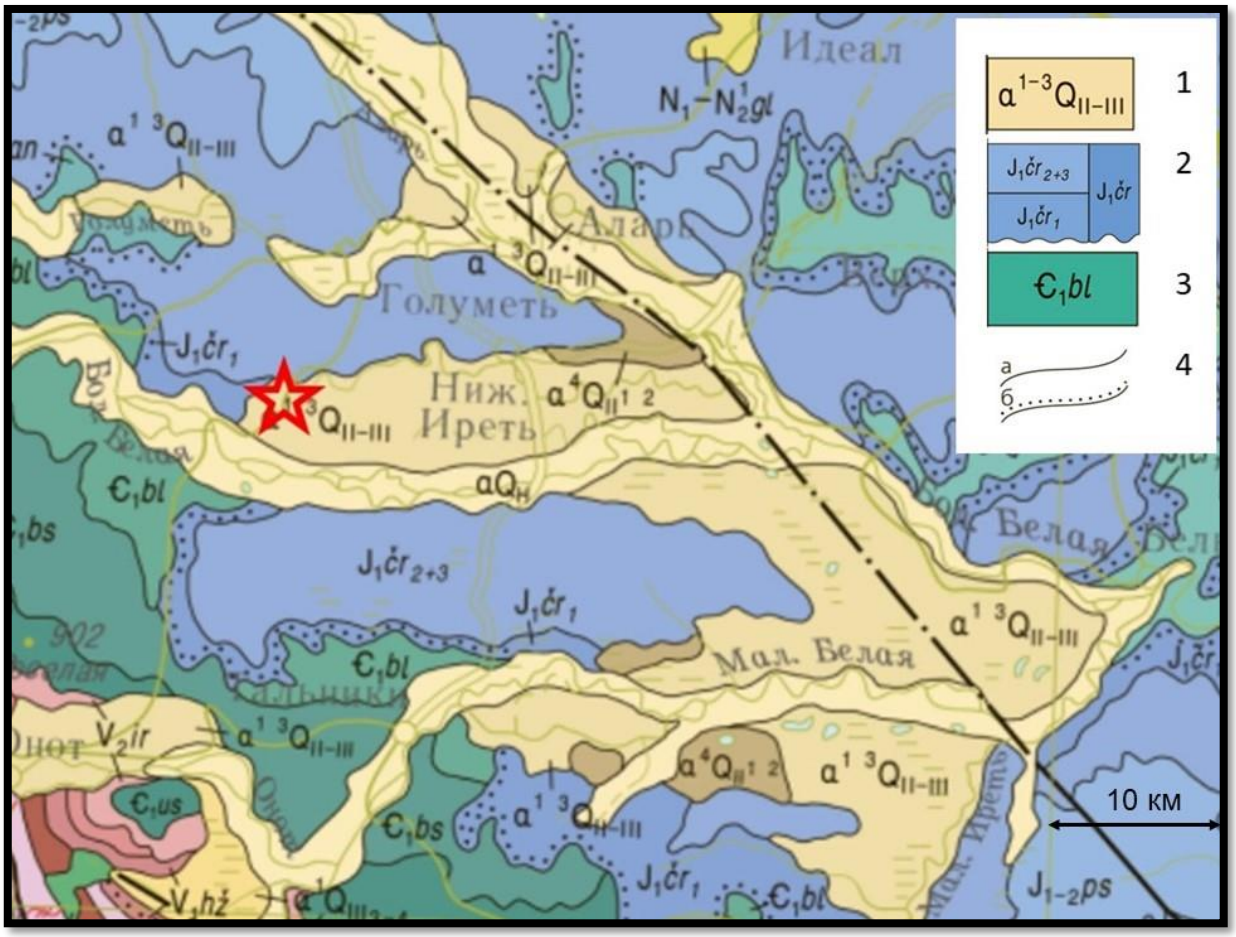

Рис. 23. Фрагмент геологической карты (Лист N-48 (Иркутск); М. 1:1000000). Звездочкой указан исток реки Иретка.

1 – плейстоценовые аллювиальные отложения (галечники, пески, супеси, суглинки, илы, глины); 2 – раннеюрские отложения черемховской свиты (переслаивание песчаников, алевролитов, аргиллитов, конгломератов, туфов и др.); 3 – раннекембрийские отложения булайской свиты (доломиты, известняки, прослои глинистых доломитов, алевролитов и мергелей); 4 – границы между разновозрастными геологическими образованиями (а – согласного залегания; б – несогласного залегания).

Fig. 23. Fragment of the geological map (Sheet N-48 (Irkutsk); Scale 1:1000000). The source of the Iretka River is indicated by an asterisk.

1 – Pleistocene alluvial deposits (pebbles, sands, sandy loams, loams, silts, clays); 2 – Early Jurassic deposits of the Cheremkhovskaya suite (alternating sandstones, siltstones, argillites, conglomerates, tuffs, etc.); 3 – Early Cambrian deposits of the Bulayskaya suite (dolomite, limestone, interlayers of clayey dolomites, siltstones and marls); 4 – boundaries between geological formations of different ages (a – conformable bedding; б – unconformable bedding).

Согласно мнению гидрогеолога Ангарской экспедиции В.Д. Дергачева, атмосферные осадки, выпадая на склонах Восточных Саян, представленных низкопроницаемыми кристаллическими породами, стекают и накапливаются в подгорной ступени, которая состоит из трещиноватых и закарстованных карбонатных пород нижнего кембрия. Карбонатная толща имеет большую мощность высокопроницаемых пород. Под действием гравитации подземные воды фильтруются по пористым доломитам и известнякам до тех пор, пока не «упираются» в терригенные юрские породы Сибирской платформы. Юрские отложения имеют более низкие характеристики проницаемости и меньшую

мощность трещиноватых пород. Под действием гидростатического давления подземные воды, не имея возможности двигаться по поровому пространству юрских пород, выходят на поверхность земли в виде ключей и родников на большом участке вдоль контакта кембрийских и юрских пород (рис. 24).

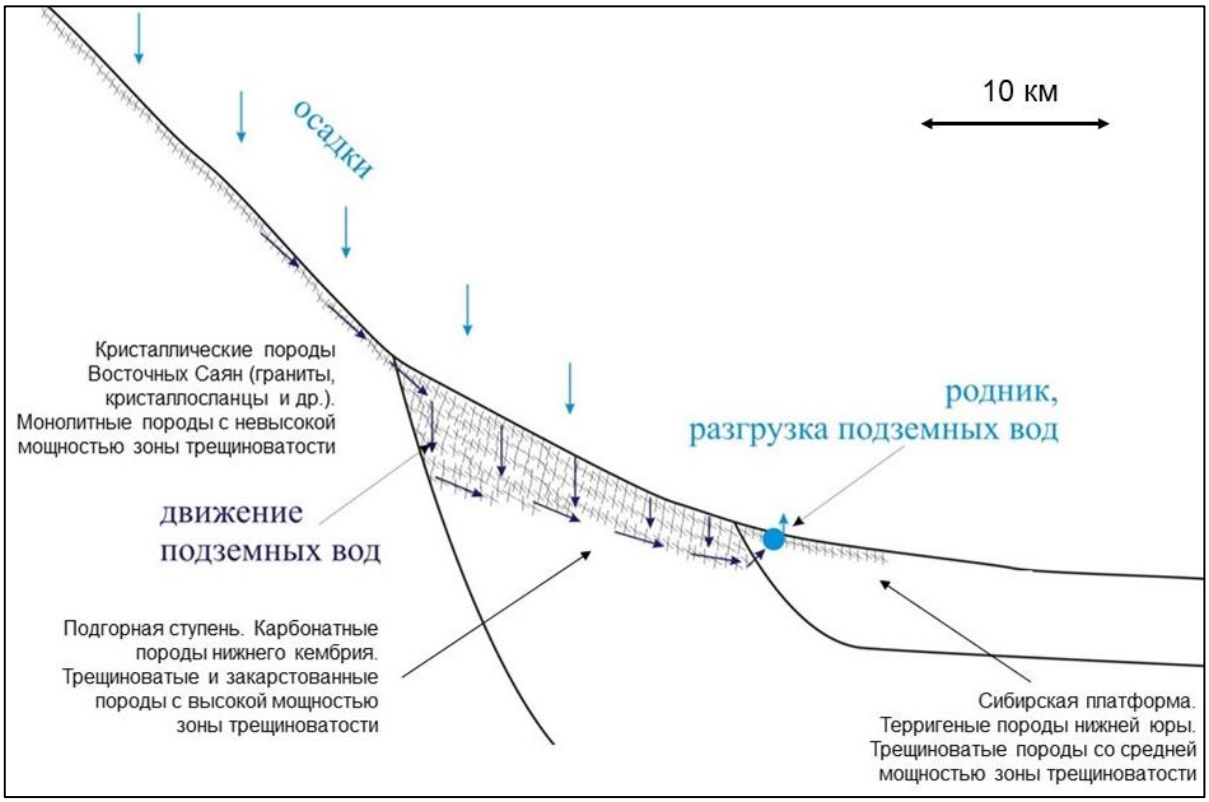

Рис. 24. Схема фильтрации и разгрузки грунтовых вод по В.Д. Дергачеву.

Fig. 24. Scheme of filtration and discharge of groundwater according to V.D. Dergachev.

Восходящие источники грунтовых вод, возникающие в условиях, когда поток подземных вод достигает границы проницаемых и слабопроницаемых пород (экрана), называется экранированным родником (Всеволожский, 2007).

Таким образом, в результате проведенного исследования было установлено, что исток реки Иретка представляет собой протяженную территорию, на которой происходит разгрузка восходящих грунтовых вод вблизи контакта пористых карбонатных пород нижнего кембрия и слабопроницаемых терригенных пород нижней юры. Исток Иретки представляет собой интересный геологический объект, исследование которого будет продолжено. Возможно, Иретка — это не единственное место, где происходит разгрузка вод из трещиноватых и закарстованных кембрийских толщ, и следует более детально изучить территорию.

Причины исчезновения реки Слюдянка (южное Прибайкалье)

Учащаяся 6 класса «РЖД лицея № 11» (г. Слюдянка) Чупрова Варвара заинтересовалась вопросом, почему полноводная в верховьях река Слюдянка к устью практически исчезает. Автор провела поиск информации интернете, в научной и краеведческой литературе и анализ найденных сведений.

Река Слюдянка, впадающая в озеро Байкал на юго-западной его оконечности, имеет интересную особенность – в километре от устья реку можно перейти по камням, не замочив ноги, при этом она считается одной из самых опасных рек в южном Прибайкалье. В XX веке она не раз становилась причиной значительных разрушений зданий и сооружений города Слюдянка, порождая катастрофические наводнения и сели. Эта особенность реки со второй половины XX века стала ещё

более заметной. На фотографии реки в полукилометре от устья, сделанной летом в начале XX века, видно, что в ней ещё много воды (рис. 25).

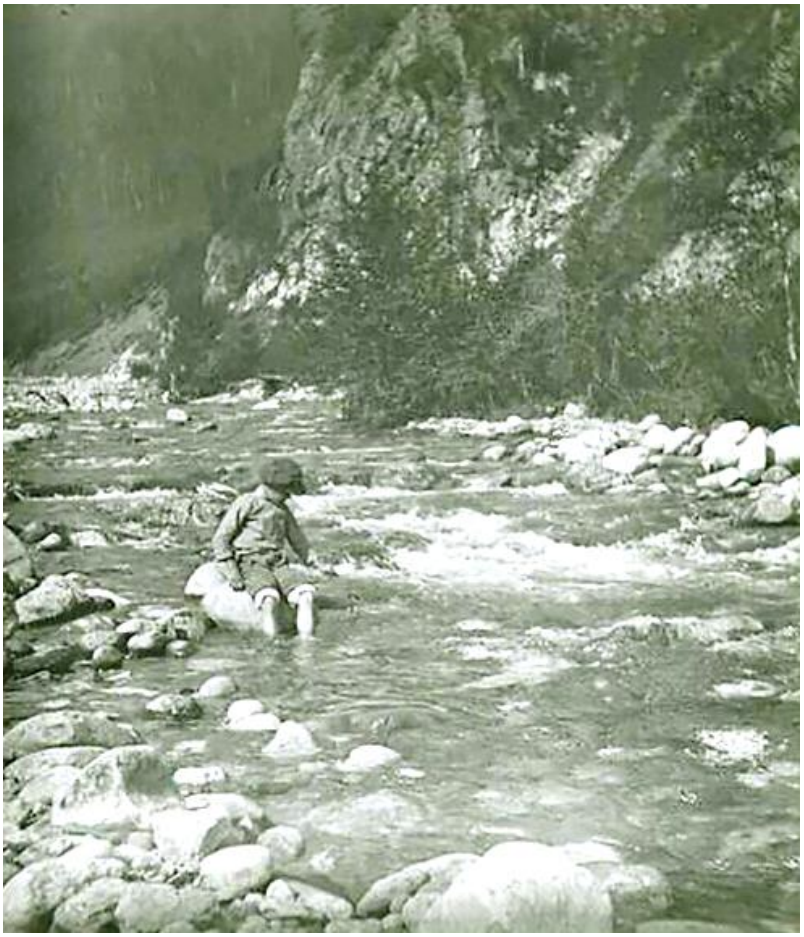

Рис. 25. Река Слюдянка на фото начала XX века.

Fig. 25. The Slyudyanka River in a photo from the early 20th century.

В настоящее время в нижней части реки воды практически не бывает. Река начинает течь только в период паводков или половодья. Русло реки на этом участке заросло кустарником и молодыми деревьями. По данным гидрологических наблюдений за период 1961-1999 гг. в верхней части реки речной сток составлял в среднем 2-3 м³/с, в 3 км от устья он не превышает 0.8 м³/с, а в устье снижается практически до нуля.

Слюдянский краевед В.В. Махно придумал сказку о том, что река обиделась на людей за то, что они её замусорили, и ушла под землю. Что же произошло на самом деле?

Река Слюдянка берет начало с северного склона хребта Хамар-Дабан и впадает в Байкал на южной его оконечности. Склоны хребта Хамар-Дабан отличаются большой крутизной, а долины между отрогами (в т.ч. долина р. Слюдянка) узки и труднопроходимы. Протяженность реки составляет 18.5 км. Бассейн реки имеет вытянутую форму со средней шириной 2.7 км. Площадь бассейна составляет 74.7 км^2, в том числе 22 км^2 – площадь конуса выноса валунно-галечных отложений (Пинарелис, 1935).

Исток реки находится на высоте 1700 м, а устье – 455 м. Исток Слюдянки носит название Правой Слюдянки. На расстоянии около 4 км от истока река в виде бурного потока течет в узком и глубоком ущелье. В 10 км от устья долина реки расширяется до 100-120 м, и через 5 км река выходит в широкую долину среди валунных и галечных наносов. В 2-х километрах от устья река покидает горную долину и течет по пологой прибрежной равнине, образованной самой рекой при выносе к берегу Байкала песка, гальки и валунов.

Общее падение реки составляет около 1300 м. Продольный профиль значительно меняется по длине реки. В верховьях уклон долины достигает 150 м/км, в средней части – около 40 м/км, а в конусе выноса – менее 15 м/км (Пинарелис, 1935).

Основной причиной того, что расход воды в реке меняется, являются карстовые процессы — растворение и размыв горных пород природными водами. Карст формируется в местностях, сложенных сравнительно легко растворимыми в воде горными породами: гипсом, известняком, мелом, мрамором, доломитом, каменной солью и др. С карстовыми процессами может быть связано полное или частичное поглощение поверхностного стока рек, нарушение режима подземных и наземных вод.

В геологическом отношении верховья реки Слюдянка расположены в зоне распространения гнейсов и кристаллосланцев. В 10 км от устья гнейсы сменяются мраморами, по которым река течет до самого Байкала. По результатам геологических исследований эти известняки местами сильно трещиноваты и закарстованы (Пинарелис, 1935). Поглощение поверхностного стока реки происходит уже в течение длительного времени. Но почему же этот процесс усилился во второй половине XX века?

Ответ на этот вопрос автор нашла в воспоминаниях старожила Слюдянки, главного геолога Слюдянского рудоуправления Владимира Петровича Быкова (Быков, 2003). В своей книге «Город у речки Слюдянки» он рассказал об истории одного из главных предприятий города — Слюдянского рудоуправления «Сибслюдтреста», которое занималось добычей слюды-флогопита (рис. 26). Предприятие было открыто в 1927 году, остановлена добыча слюды в 1973 г.

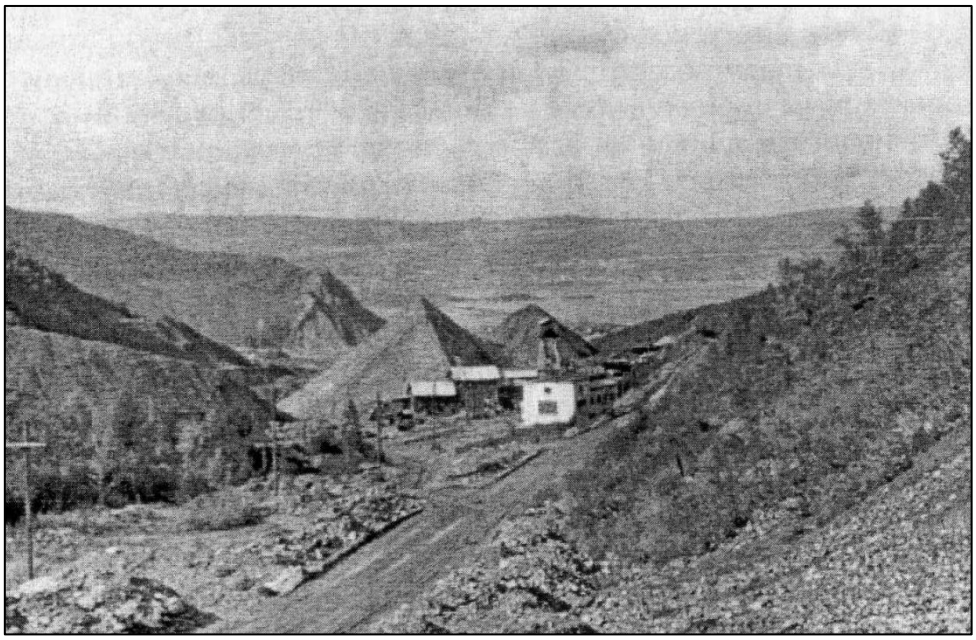

Рис. 26. Отвалы слюдяных шахт в пади Улунтуй.

Fig. 26. Mica mine dumps in the Uluntui valley.

Добыча слюды преимущественно шла подземным способом с помощью шахт и штолен. Система горных выработок на южной окраине города Слюдянка представляла собой целый подземный город. По подсчетам В.П. Быкова протяженность подземных ходов рудника составляла более 100 км. Начав разрабатывать слюдоносные жилы от поверхности, горняки опускались на все более глубокие горизонты.

В 1939 году на руднике в стволе шахты № 2 на горизонте 42 метра (над уровнем Байкала) в подземных горных выработках впервые появилась вода, которая просачивалась через массивы горных пород. Несмотря на проводимую откачку, уровень воды не

уменьшался, что серьезно осложнило работу горняков.

Основной причиной появления воды в подземных выработках стало просачивание воды из реки по закарстованным карбонатным породам. Прорыв карстовых вод в горные выработки часто приводит к их частичному либо полному затоплению.

Через 17 лет (1956 г.) вода появилась на горизонте 29 метров в шахте № 4. Приток этой «второй» воды, как её называли горняки, составил уже порядка 50-100 м^3/час. Этот приток воды был соизмерим с речным стоком реки Слюдянка.

Откачка воды из шахты № 4 стала большое проблемой для предприятия. Ежегодная её стоимость определялась в 150 тыс. рублей (без учета увеличения притока воды). Горными инженерами предприятия (В.П. Быков, М.Л. Гомзяков, В.Н. Четвертаков) было предложено для осушения нижних горизонтов рудника пробить водоотводящую штольню от горизонта +4 м шахты № 4 до берега Байкала с восточной стороны станции Слюдянка. Общая длина штольни от рудника до Байкала проектировалась около 3 км (рис. 27).

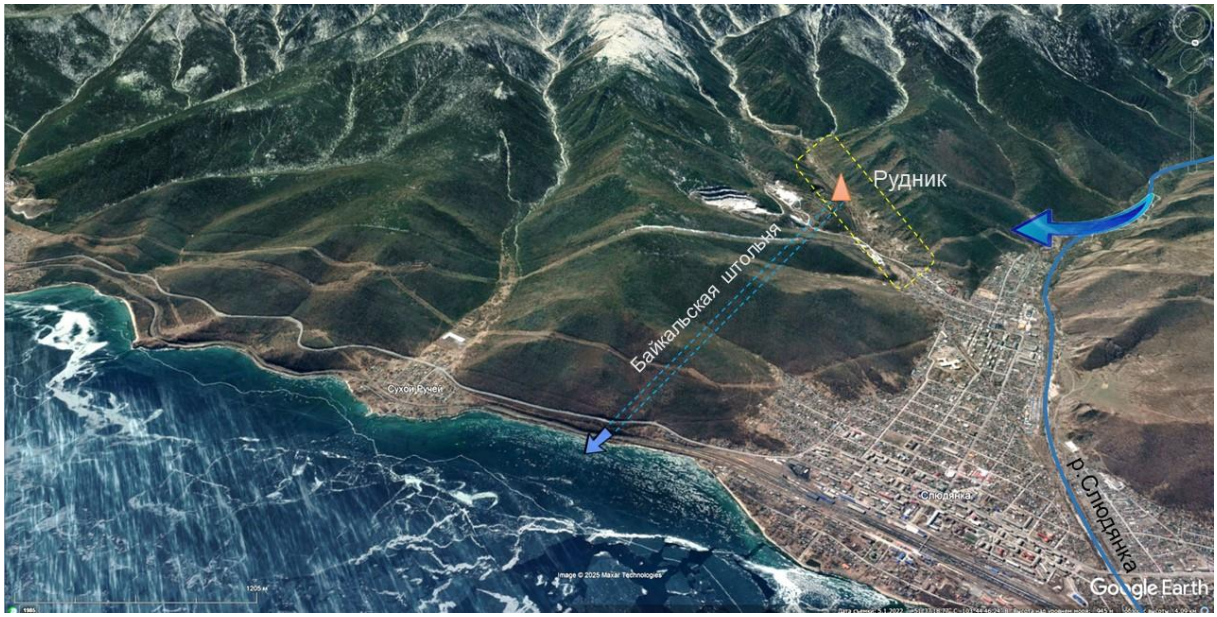

Рис. 27. Схема расположения Байкальской штольни.

Fig. 27. Layout of the Baikal adit.

Первоначально проект был отклонен. В сентябре 1957 года начались работы по отводу воды на более низкие горизонты. 18 сентября 1958 года произошел прорыв трещинных вод в горный выработке на горизонте +4 м. В этот момент в забое находилось звено взрывников, которые проводили взрывы для разрушения массива горных пород. В.П. Быков так описал этот момент: «*Первое, что он* (взрывник) *увидел, — барахтающийся в потоке воды Саша* (помощник взрывника)*, за которым из ствола шахты, сверкая в пучке света фонаря, со страшным шумом била вода. Она, поднимаясь наподобие огромного гриба, стремительно растекалась по рудничному двору. Запасного хода не было, единственный выход — ствол шахты.*» Взрывники кинулись навстречу потоку, и стали пробиваться к лестнице, по которой можно было подняться на более высокий горизонт. Последние метры им пришлось преодолевать почти вплавь. По вертикальному ходу вода еще некоторое время преследовала беглецов по пятам, но потом остановилась и затихла (Быков, 2003).

В результате прорыва большого объема подземных вод в шахту произошло резкое снижение речного стока на участке 7-9 км от устья Слюдянки. При гидрологических

исследованиях в июле 1960 г. в 5 км от устья реки вода отсутствовала полностью.

Авария 1958 г. заставила руководство предприятия вновь вернуться к идее создания водоотводящей штольни «Байкальской». В ноябре 1965 года начались работы по её созданию. Штольню пробивали от берега Байкала. С самого начала продвижение штольни шло довольно быстро — расстояние в 1200 м преодолели за полтора года. Но затем из вскрытой трещины в штольню хлынула вода. Для её отведения забойщики проложили по дну выработки деревянный лоток. Чтобы избежать повторения неожиданного прорыва воды, было принято решение бурить три опережающих скважины, что значительно снизило темп проходки штольни. При достижении 2000 метров приток воды настолько увеличился, что стал перекрывать откаточные рельсы, уложенные на верхнее крепление лотка. Все это создавало значительные трудности для откатываемых составов, груженых горными породами. В.П. Быков писал: «*Глядя на приближающийся электровоз со сверкающими огнями, отражающимися в потоке воды, казалось, что он плывет, а не катится на своих небольших колесах … Прямолинейно пройденная горная выработка, освещенная исчезающими в далекой перспективе электрическими лампочками, отражающимися в неторопливо движущейся к устью воде, имела нарядный и праздничный вид …*» (Быков, 2003).

При достижении 2850-метрового расстояния приток воды резко увеличился, при этом в шахте № 4 уровень понизился на 25 метров, освободив горные выработки со всем затопленным оборудованием. Для того, чтобы ускорить создание Байкальской штольни, было принято решение пробить из шахты № 4 встречный тоннель длиною 300 м. Тоннель был пройден за шесть месяцев, и в результате появилась возможность запитать Байкальскую штольню сжатым воздухом, электроэнергией, обеспечить подъем горной массы через ствол шахты № 4. При этом расстояние транспортировки горных пород сократилось в пять с лишним раз. В 1970 году сооружение Байкальской штольни длиной 3300 метра было закончено. Вода, накапливающаяся на нижних горизонтах шахты № 4, пошла в Байкал. Но предприятию это уже сильно не помогло — в 1973 году добыча флогопита на Слюдянском месторождении была остановлена.

При помощи программы «Googl Earth» авторами был построен схематический разрез Байкальской штольни (рис. 28).

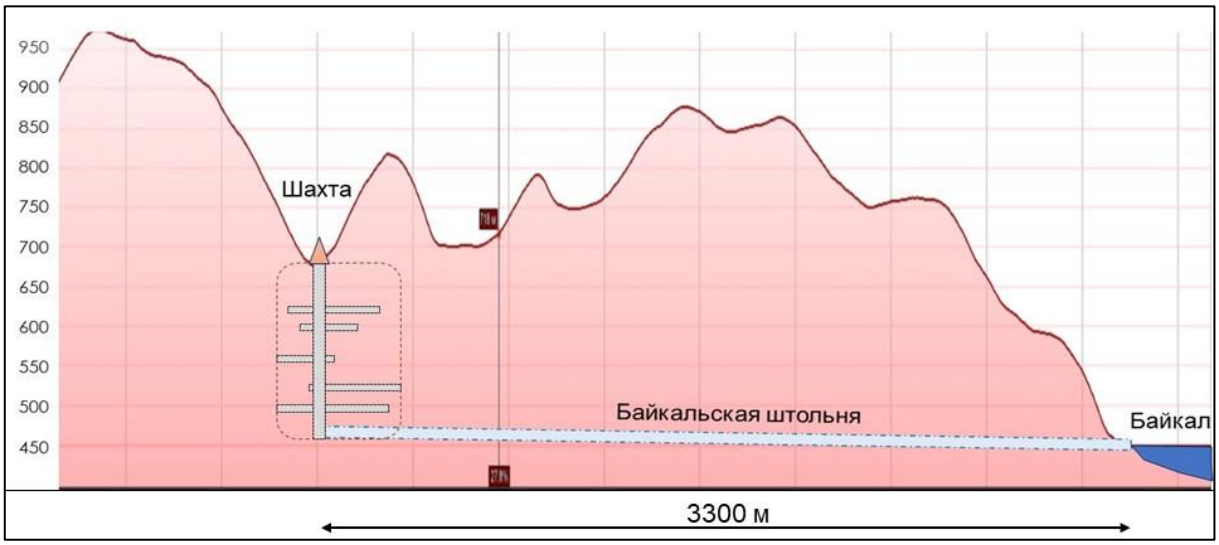

Рис. 28. Схематический разрез Байкальской штольни.

Fig. 28. Schematic section of the Baikal adit.

В настоящее время, Байкальская штольня продолжает действовать. Несмотря на то, что вход в неё закрыт, отчаянные путешественники периодически проникают в неё и выставляют в интернете фотографии штольни (рис. 29).

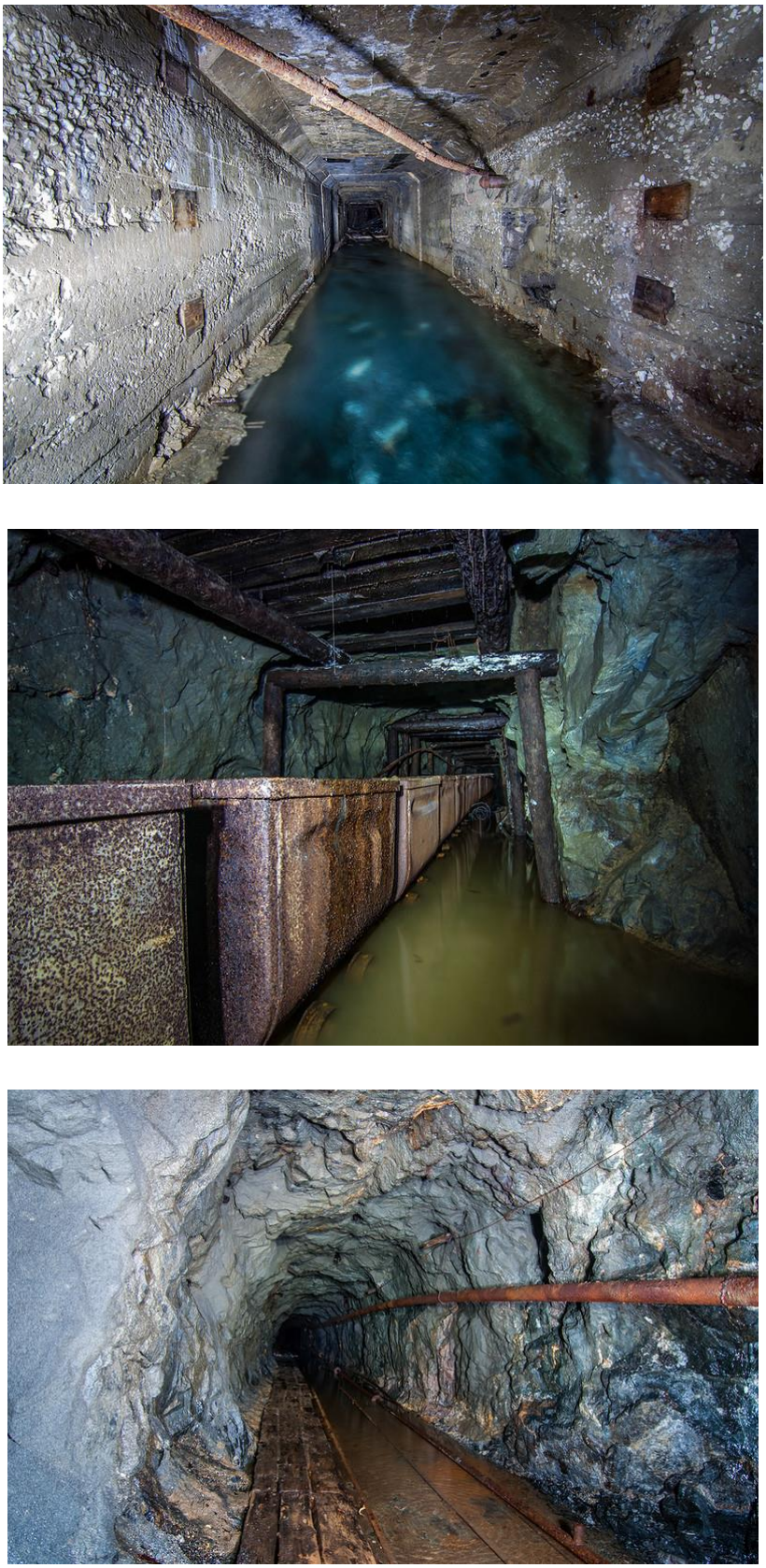

Рис. 29. Современный вид Байкальской штольни. Фото из интернета. (https://anthrax-urbex.livejournal.com/3811.html?ysclid=m6p2e8ce2320774286).

Fig. 29. Modern view of the Baikal adit. Photo from the Internet. (https://anthrax-urbex.livejournal.com/3811.html?ysclid=m6p2e8ce2320774286).

Поток воды, который в настоящее время втекает в Байкал (рис. 30), по воспоминаниям старожилов Слюдянки, значительно уменьшился. По-видимому, вода ещё нашла какие-то пути стока.

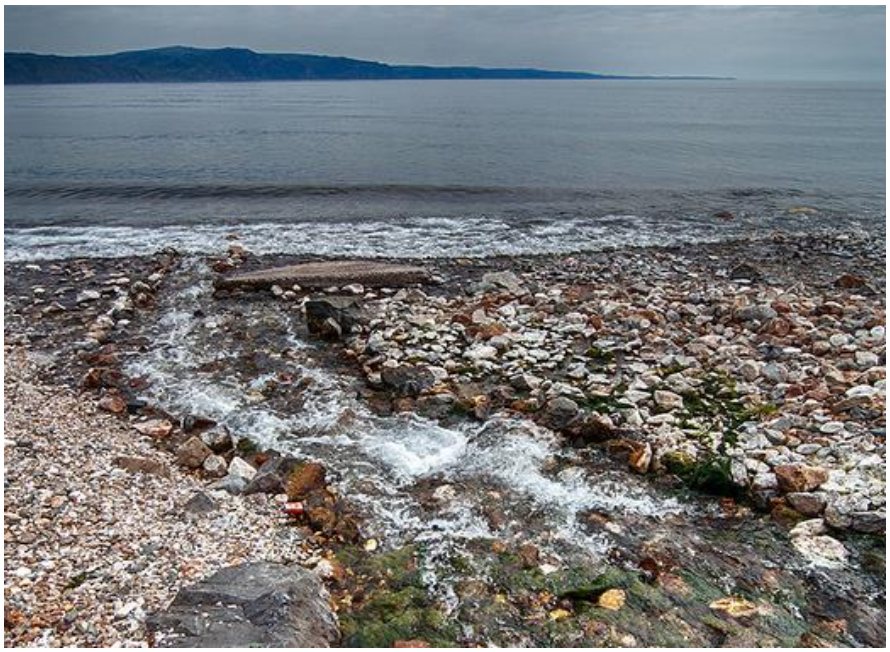

Рис. 30. Современный вид стока воды из Байкальской штольни. (https://anthrax-urbex.livejournal.com/3811.html?ysclid=m6p2e8ce2320774286).

Fig. 30. Modern view of water flow from the Baikal adit. (https://anthrax-urbex.livejournal.com/3811.html?ysclid=m6p2e8ce2320774286).

Таким образом, в ходе проведенного исследования было выяснено, что причиной исчезновения реки Слюдянка в её нижнем течении стала горнодобывающая деятельность Слюдянского рудоуправления «Сибслюдтреста». Вода из реки по закарстованным известнякам «проложила» путь в нижние горизонты флогопитового рудника. Создание Байкальской штольни для отвода воды из нижних горизонтов рудника привело к тому, что часть воды из реки Слюдянка и в настоящее время уходит по карстовым полостям в горные выработки рудника, а затем в Байкал.

Заключение

В данной обзорной статье приведены примеры детских исследований, связанных с изучением разнообразных геологических процессов. Эти работы показывают, что для развития непрерывного геологического образования, насколько важно налаживать взаимодействие общеобразовательных учреждений с учреждениями высшего образования, научно-исследовательскими и производственными организциями.

Литература

Альбом типовых и исполнительных чертежей Кругобайкальской железной дороги. 1900-1905 гг. / МПС. Санкт-Петербург 1907. 70 л.

Альбом типовых и исполнительных чертежей по постройке 2-го пути на участке Байкал – Култук – Танхой Забайкальской ж.д. 1911–1915 гг. / МПС, Управление по сооружению железных дорог. Иркутск: 1916. 116 л.

Ананьев, В.П. Инженерная геология: Учеб. для строит, спец. вузов. М. : Высшая школа, 2005. 575 с.

Байкал. Атлас. Под ред. Г.И. Галазия. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России. 1993. 160 с.

Байкаловедение: в 2 кн. Новосибирск : Наука, 2012. Кн. 1. 468 с.

Быков В.П. Город у речки Слюдянки. Иркутск : Оттиск, 2003.

Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: Учебник. М. : Изд-во МГУ, 2007. 448 с.

Генеральная схема мероприятий по охране Кругобайкальской железной дороги. 1974 г. // Завершенные проекты АО «Ленгипротранс». URL: http://lgt.ru/projects/zhd-linii-obshchego-polzovaniya/generalnaya-shema-meropriyatiy-po-zashchite-krugobaykalskoy. (дата обращения: 17.09.2025).

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

Грудинин М.И., Чувашова И.С. Байкал. Геология. Человек. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. 239 с.

История берегоукрепления и защиты Кругобайкальского участка ВСЖД. Наиболее значительные деформации земляного полотна в период эксплуатации. Фотоальбом. Изготовитель: Служба пути Восточно-Сибирской железной дороги. Ст. Слюдянка. 2003 г.

Отчёт по постройке Кругобайкальской железной дороги. 1900–1905 гг. СПб. : Типография инж. Г.А. Бернштейна, 1908.

Пинарелис П.П. Гидрологическая записка по южным притокам Байкала и главным образом по рекам Слюдянке и Похабихе // Фонды «Иркутскгеология», 1935. 45 с.

Прокопьев А.В., Фридовский В.Ю., Гайдук В.В. Разломы. (Морфология, геометрия и кинематика). Учеб. пособие. Якутск : Якутский филиал Изд-ва СО РАН, 2004. 148 с.

Слюдянские Штольни: «Сквозь Горизонт» URL: https://anthrax-urbex.livejournal.com/3811.html?ysclid=m6p2e8ce2320774286 (дата обращения: 5.01.2025)

Суходолов А.П., Скворцов А.М. Черемховский район. Иркутск : Издание ОАО «Иркутская областная типография № 1», 2002. 180 с.

Хобта А.В. Дорога длиной в век: Альбом-путеводитель по Кругобайкальской железной дороге. Иркутск : «Оттиск», 2004. 256 с.

Хобта А.В., Третьяков В.Г. История Кругобайкальской железной дороги 1905-2005. Иркутск : Издатель: А.Н. Гаращенко, 2005. 240 с.

References

Album of standard and as-built drawings of the Circum-Baikal Railway. 1900-1905 / MPS. St. Petersburg, 1907. 70 p.

Album of standard and as-built drawings for the construction of the second track on the Baikal-Kultuk-Tankhoy section of the Trans-Baikal Railway. 1911-1915 / MPS, Railway Construction Directorate. Irkutsk: 1916. 116 p.

Ananyev, V.P. Engineering Geology: Textbook for construction and specialized universities. Moscow: Higher School, 2005. 575 p.

Baikal. Atlas. Ed. by G.I. Galaziya. Moscow: Federal Service of Geodesy and Cartography of Russia. 1993. 160 p.

Baikal Studies: in 2 books. Novosibirsk: Nauka, 2012. Book 1. 468 p.

Bykov, V.P. The City by the Slyudyanka River. Irkutsk: Ottisk, 2003.

Vsevolozhsky, V.A. Fundamentals of Hydrogeology: Textbook. Moscow: Moscow State University Publishing House, 2007. 448 p.

General Plan of Measures for the Protection of the Circum-Baikal Railway. 1974 // Completed Projects of JSC Lengiprotrans. URL: http://lgt.ru/projects/zhd-linii-obshchego-polzovaniya/generalnaya-shema-meropriyatiy-po-zashchite-krugobaykalskoy. (Accessed: 17.09.2025).

Geological Monuments of Lake Baikal / Compiled by G.V. Ryazanov. Novosibirsk: VO "Nauka". Siberian Publishing Company, 1993. 160 p.

Grudinin, M.I., Chuvashova, I.S. Baikal. Geology. Man. Irkutsk: Irkutsk State University Publishing House, 2011. 239 p.

History of Shore Protection and Protection of the Circum-Baikal Section of the East Siberian Railway. The Most Significant Deformations of the Roadbed during Operation. Photo Album. Producer: Track Service of the East Siberian Railway. Slyudyanka Station. 2003.

Report on the Construction of the Circum-Baikal Railway. 1900–1905. St. Petersburg: Printing House of Engineer G.A. Bernshtein, 1908.

Pinarelis, P.P. Hydrological note on the southern tributaries of Baikal and mainly on the Slyudyanka and Pokhabikha rivers // Funds “Irkutskgeology”, 1935. 45 p.

Prokopyev A.V., Fridovsky V.Yu., Gaiduk V.V. Rifts. (Morphology, geometry and kinematics). Textbook allowance. Yakutsk: Yakut branch of the Publishing House of the SB RAS, 2004. 148 p.

Slyudyanskiye Adits: “Through the Horizon” URL: https://anthrax-urbex.livejournal.com/3811.html?ysclid=m6p2e8ce2320774286 (access date: 01/5/2025)

Sukhodolov A.P., Skvortsov A.M. Cheremkhovo district. Irkutsk: Published by JSC "Irkutsk Regional Printing House No. 1", 2002. 180 p.

Khobta A.V. A Century-Long Road: A Guidebook to the Circum-Baikal Railway. Irkutsk: "Ottisk", 2004. 256 p.

Khobta A.V., Tretyakov V.G. History of the Circum-Baikal Railway 1905-2005. Irkutsk: Publisher: A.N. Garashchenko, 2005. 240 p.

Снопков Сергей Викторович,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент,
664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,
Иркутский государственный университет,
доцент,
664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 91,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
научный сотрудник,
email: snopkov_serg@mail.ru
Snopkov Sergey Viktorovich,
Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor,
Karl Marx st., 1, Irkutsk, 664003, Russia,
Irkutsk State University,
Associate Professor,
91 Lermontov st., Irkutsk, 664033, Russia,
Irkutsk National Research Technical University,
Researcher,
email: snopkov_serg@mail.ru

Шубин Лев,
665904, Россия, Иркутская обл., г. Слюдянка, ул. Советская, 21,
РЖД лицей № 11,
учащийся 9 класса,
email: lev.shubin.11@mail.ru.
Shubin Lev,
665904, Russia, Irkutsk region, Slyudyanka, st. Sovetskaya, 21,
Russian Railways Lyceum No. 11,
9th grade student,
email: lev.shubin.11@mail.ru.

Вострикова Виктория,
665904, Россия, Иркутская обл., г. Слюдянка, ул. Советская, 21,
РЖД лицей № 11,
учащайся 6 класса,
Vostrikova Victoria,
665904, Russia, Irkutsk region, Slyudyanka, st. Sovetskaya, 21,
Russian Railways Lyceum No. 11,
6th grade student

Чупрова Варвара,
665904, Россия, Иркутская обл., г. Слюдянка, ул. Советская, 21,
РЖД лицей № 11,
учащайся 6 класса,
email: snopkov_serg@mail.ru.
Chuprova Varvara,
665904, Russia, Irkutsk region, Slyudyanka, st. Sovetskaya, 21,
Russian Railways Lyceum No. 11,
6th-grade student,

Репина Наталья Геннадьевна,
665904, Россия, Иркутская обл., г. Слюдянка, ул. Советская, 21,
РЖД лицей № 11,
учитель,
email: natainkultuk@mail.ru
Repina Natalya Gennadyevna,
665904, Russia, Irkutsk Region, Slyudyanka, Sovetskaya st., 21,
Russian Railways Lyceum No. 11,
teacher,
email: natainkultuk@mail.ru

Жилкина Татьяна,
665448, Россия, Иркутская обл., Черемховский район, п. Михайловка, ул. Горького, 1,
средняя общеобразовательная школа № 1,
учащаяся 7 класса,
email: zhilkina_t313@internet.ru
Zhilkina Tatyana,
665448, Russia, Irkutsk Region, Cheremkhovsky District, Mikhaylovka Settlement, Gorky st., 1,
Secondary Comprehensive School No. 1,
7th-grade student,
email: zhilkina_t313@internet.ru

Веретенина Галина Георгиевна,
665448, Россия, Иркутская обл., Черемховский район, п. Михайловка, ул. Горького, 1,
средняя общеобразовательная школа № 1,
учитель,
email: malceva_30@mail.ru
Veretenina Galina Georgievna,
665448, Russia, Irkutsk Region, Cheremkhovsky District, Mikhaylovka Settlement, Gorky Street, 1,
Secondary Comprehensive School No. 1,
teacher,
email: malceva_30@mail.ru