

ЭКЗОГЕННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО АЛТАЯ ПРИ ВВОДЕ В ДЕЙСТВИЕ ПРОЕКТА ГАЗОПРОВОДА «СИЛА СИБИРИ 2»

С.И. Сериков, М.М. Шац

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Россия

Аннотация: В статье приведены результаты исследований специфики криогенного рельефообразования и иных важнейших аспектов природопользования по трассе газопровода «Сила Сибири-2» в южной части Горного Алтая. Установлены основные достоинства и недостатки нового варианта трассы через территорию МНР, ее природные условия с акцентом на экзогенное недропользование. Показан и детально освещен аспект востребованности российского природного газа в промышленности КНР, МНР и в нашей стране. Результаты исследований будут полезными при определении принципиальных для создания новой ГТС проблем природопользования, в том числе геокриологических условий трассы и специфики экзогенного рельефообразования, а также обозначении близких перспектив проекта.

Ключевые слова: Алтайский край, проект газопровода «Сила Сибири-2», геокриологические условия трассы, экзогенное природопользование, природные условия.

EXOGENOUS NATURE MANAGEMENT OF THE SOUTHERN PART OF GORNY ALTAI DURING THE COMMISSIONING OF THE POWER OF SIBERIA 2 GAS PIPELINE PROJECT

S.I. Serikov, M.M. Shatz

Melnikov Institute of Permafrost Studies SB RAS Researcher, Institute of Permafrost Studies SB RAS Researcher, Yakutsk, Russia

Abstract: The article shows the specificity of cryogenic relief formation along the route of the Power of Siberia-2 gas pipeline in the southern part of Gorny Altai. The main advantages and disadvantages of the new version of the route, its natural conditions are considered with an emphasis on cryogenic relief formation. The aspect of the demand for Russian natural gas in the industry of the PRC, Mongolian People's Republic and in our country is highlighted.

Keywords: specifics of cryogenic relief formation; route of the gas pipeline «Power of Siberia-2»; natural conditions; demand for Russian natural gas.

Корпорация «Газпром» и китайская компания «CNPC» заключили соглашение об основных условиях трубопроводных поставок газа по «западному маршруту» еще в 2015 году. [1-7]. С тех пор «Газпром» ориентировался на более короткий, но технически сложный маршрут поставок газа в Китай через Горный Алтай. Он позволял максимально коротким путем связать месторождения «Газпрома» в Западной Сибири с Китаем, но пролегал через труднопроходимые горные массивы Юга Алтая. В связи с этим руководители страны и отрасли решили перейти к «монгольскому» варианту [8-13]. В декабре 2021 лидеры РФ и Китая детально обсудили данный проект с перспективой доведения его мощности до 50 млрд м³ в год, который может стать основой нового экспортного коридора, проходящего через Монголию в Китай, мощностью до 50 млрд кубометров природного газа.

По территории Республики Алтай планируется проложить новую очередь газотранспортной системы (проект «Сила Сибири-2»). Эта грандиозная стройка недавно официально стартовала и, как заявил председатель правления

крупнейшей российской корпорации «Газпрома» Алексей Миллер, специалисты холдинга уже начали проектно-исследовательские работы по проекту. Территория прокладки проектируемой ГТС чрезвычайно сложна, проектировщикам, строителям и эксплуатантам для решения своих сложных задач предстоит преодолеть ряд серьезных трудностей. В связи с этим материалы новых исследований института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, позволяющие охарактеризовать особенности криогенного рельефообразования в районе будущего прохождения трассы, особенно важны и актуальны. Их использование позволит уже на стадии проектирования оценить существующие сложности и грядущие проблемы.

При этом газ Ямала будет поставляться в Европу и Азию. Газотранспортная система по перекачке природного газа из месторождений Западной Сибири через Горный Алтай в Китай — один из приоритетных проектов крупнейшей российской корпорации «Газпром». Новый проект является расширенной модификацией проекта «Алтай» и предполага-

ет не только перекачку природного газа в КНР, но и поставку в Красноярский край и Бурятию западно-сибирского газа, так и разработку местных менее значительных месторождений. Именно по элементу территории этого проекта — по Республике Алтай проходит 850-километровая граница России с Китаем, Монголией и Казахстаном. При этом участок контакта с КНР находится в труднодоступной горной местности с высотой от 2,5 до 3 тыс. м. В то же время, в географическом отношении это самый короткий, а значит и наиболее экономически выгодный маршрут транспортировки природного газа из Западной Сибири в КНР пролегает именно здесь.

Особое внимание А. Миллер обратил на необходимость решения экологических проблем, неизбежных в связи с созданием в регионах ряда крупных промышленных центров. «Газпром» принял решение проложить транзитный трубопровод «Сила Сибири-2» в Китай через Монголию. Этот маршрут через Монголию предполагает поставку газа в западный Китай для использования в основных центрах газопотребления в Китае — районе Пекина и индустриально развитом восточном побережье страны.

Цель исследований: определить принципиальные для создания новой ГТС проблемы природопользования, в том числе геокриологические условия трассы и специфики экзогенного рельефообразования, а также обозначить близкие перспективы объекта.

Объект исследований

В целом, орографическое положение, климатические и мерзлотные условия плато экстремальны, и этой проблеме посвящены множество специальных публикаций [3-7]. Материалы исследований специалистов различных отраслей, свидетельствуют, что трасса проектируемого газопровода ГТС проходит в экстремальных природно-климатических условиях, пересекает горные, сейсмоактивные, и заболоченные территории, участки с мерзлыми и скальными грунтами. Рельеф прохождения трассы ГТС довольно сложен, он включает высокие горные хребты, плато, плоскогорья и низменности, расчлененные глубокими речными долинами. Более подробно аспект освещен в специальных работах [6-8, 14-20].

Методы и материалы исследований. Изучение проводится в соответствии со стандартными подходами соответствующей тематической направленности, фактические материалы приведены в соответствующих разделах.

Результаты исследований и их обсуждение

В общей комплексной системе инженерно-геологических знаний совершенно особым направлением является изучение сезонно- и многолетнемерзлых пород (ММП). И дело не только в изучаемых параметрах — составе, строении и свойствах горных пород, а в особенностях агрегатных состояний объекта исследований. Отрицательные температуры обуславливают принципиальные отличия в составе горных пород с развитием разнообразных подземных льдов и иных характеристик. Сложные природные условия территории развития ММП в горной части: низкие отрицательные температуры (до -45°C), суровые и длинные зимы, близко залегающие к поверхности мерзлые грунты, а также отдаленность от экономически развитых районов страны и слабое развитие транспортной сети приводят к тому, что стоимость строительства дорог там в несколько раз превышает их цену их строительства в низкогорье. Природопользование на территории развития мерзлых пород, использование ее ресур-

сов. невозможны без системной оценки совокупного влияния на нее как проектируемых и создаваемых, так и уже существующих транспортных объектов.

Именно эколого-геокриологическая составляющая стала, в последнее время, наиболее актуальной. Особое значение она приобретает в процессе освоения высокогорных территорий, когда воздействию подвергаются толщи со специфическими свойствами, принципиально отличными от немерзлых горных пород. Большая часть высокогорных регионов Сибири сложена мерзлыми толщами горных пород, одним из наименее устойчивых компонентов природной среды, в процессе своей трансформации резко меняющим состав и свойства. Это явление обычно сопровождается фазовыми переходами находящихся в них вод и приводит к утрате прочности и монолитности толщ.

Особенности распространения, температуры и мощности многолетнемерзлых толщ по трассе ГТС, судя по имеющимся материалам исследований сотрудников Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова (ИМЗ), начатых еще в семидесятые годы прошлого столетия и недавно успешно возобновленных [6-10], зависят от состава и свойств горных пород нижнего кембрия — доломитов и известняков. Эта закономерность нарушается лишь в связи со специфическими геотектоническими и орографическими условиями, когда ММП отсутствуют не только на водоразделах, но и на склонах южной экспозиции кроме их подножий. В днищах долин наблюдается большая прерывистость мерзлых толщ, зависящая в основном от фильтрующих свойств покровных отложений. Талики развиты на участках закарстованных, грубообломочных и песчано-галечных грунтов.

Рассматривая характер распространения мерзлых пород в пределах всего Горного Алтая в целом, следует отметить, что в основном он изменяется в соответствии с закономерностью высотной поясности. На наиболее низких отметках находится пояс сезонного промерзания горных пород, который выше сменяется поясами многолетнемерзлых, имеющих островной, прерывистый и сплошной характер распространения. Вместе с увеличением отметок местности, увеличивается и мощность мерзлой толщи горных пород. Например, на Чаган-Узунском месторождении мощность многолетнемерзлых пород составляет 25 м на высоте 1780 м и, по данным геологов Западно-Сибирского управления, 65 м — на высоте 1850 м, 160 м — на высоте 1930 м и около 400 м — на 2920 м. Наряду с высотной поясностью, в Горном Алтае четко прослеживается закономерность меридианальной секторности, т.е. изменение мерзлотных условий с запада на восток [6]. Изменение высотного положения границ геокриологических поясов в этом направлении, свидетельствует о зависимости от местных природных условий. Так увеличение количества осадков, выпадающих на склонах западной экспозиции Алтая, приводит к тому, что по сравнению со склонами, обращенными к востоку, ММП встречаются здесь на более низких отметках.

Что касается непосредственно территории нашего изучения — большей части южного Горного Алтая, включая Курайскую и Чуйскую впадины и обрамляющие их хребты, то в диапазоне высот от 1700 до 2000 м ММП фиксируются как в виде небольших островов, так и имеют спорадический характер, на долю которых по площади приходится не более 10-20 % распространения, а их мощность до 10-15 м.

В диапазоне высот от 1900-2000 до 2010-2200 м мерзлота имеет островное, массивно-островное и прерывистое распространение с мощностью от 20 до 75 м и занимает до 60 % территории.

Сплошное распространение ММП характерно для площадей, приуроченных к высотному интервалу от 2200-2400 м и выше, при мощности толщ 150 м и более, занимающих более 90 % территории. Редкие участки немерзлых пород в основном приурочены к склонам южных экспозиций и обусловлены их высокой инсоляцией.

Определяющими факторами мерзлотных условий — характер распространения, мощность ММП, специфика криогенного рельефа на территории изучения зависят от экспозиции и степени расчленённости рельефа. При этом, на склонах южной экспозиции нижняя граница мерзлых толщ фиксируется на 200-300 м выше, чем на северных, а на восточных и западных занимает промежуточное положение.

Сезонное оттаивания грунтов, в зависимости от их состава, свойств и экспозиции участка, изменяется от 1,5 м (во влажных мелкодисперсных) до 4,0 м (в сухих песчаных отложениях).

Сезонное и многолетнее промерзание и протаивание горных пород, в сочетании с их составом, обуславливают по трассе широкое развитие криогенных явлений и образований, представляющих особую сложность и даже опасность при освоении.

Направленность и интенсивность формирующих их мерзлотных процессов определяются характером теплообмена верхних горизонтов грунтов с атмосферой и геолого-геоморфологическими условиями территории. Специфика криогенного рельефообразования принципиально влияет на выбор методики прокладки трубы.

По результатам исследований ИМЗ, наиболее развиты по предполагаемой трассе ГТС морозобойное растрескивание, пучение грунтов, солифлюкция и иные склоновые процессы [8-10]. Их распределение и положение, особенно в пределах наиболее сложных в отношении природопользования высокогорных Чуйской и Курайской впадин и их обрамления во многом определяются не только высотной поясностью. Гораздо в большей степени оно обусловлено в первую очередь, геологическим строением самих впадин и их предгорных частей, которые унаследовали особенности гляциального и перигляциального рельефа. Основными факторами, участвующими в строении впадин, является наличие нескольких гляциологических комплексов, представленными мореными отложениями [14]. Исходя из этого, определилась некая дифференциация распределения экзогенно-криогенных процессов в зависимости от их месторасположения, строения и состава пород, и их генетической принадлежности.

На плоских водоразделах и седловинах, в области формирования элювиальных отложений широко распространены структурные грунты, образованные в результате морозной сортировки. На участках, где происходит значительное увеличение мощность элювия, при высокой влажности грунтов, создаются условия для образования повторно-жильных льдов и формирования полигонального рельефа. В привершинных частях, по линиям гребней, широко развиты процессы нивации и происходит формирование нивальных террас, обусловленных преобладанием постоянной ветровой

направленности в зимний период и формированием значительных по мощности снежных террас (рис. 1 а, б).

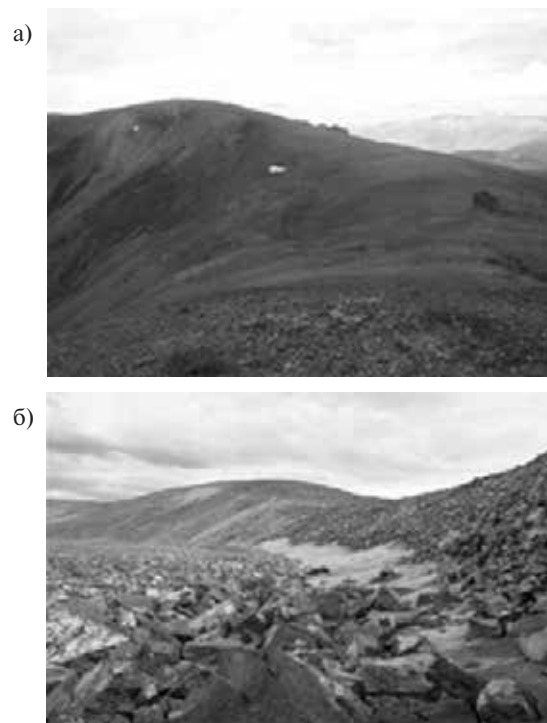


Рис. 1. Формирование нивальных террас в гребневых частях водоразделов: а) - г. Сукор (фото С.И. Серикова); б) - Курайский хребет (фото С.М. Краснова) / Fig. 1. Formation of nival terraces in the ridge parts of the watersheds: а) - the city of Sukor (photo by S.I. Serikov); б) - Kurai Range (photo by S. M. Krasnov).

На склонах, где все экзогенные процессы подчинены силам гравитации, преобладают осыпи, образующие значительные по протяжённости и мощности конуса выносов, а в условиях избыточного увлажнения и циклических колебаний климата, при достаточно низких среднегодовых температурах как воздуха, так и грунтов, формируются глетчеры нескольких генераций, связанных в зависимости от наличия погребённых ледниковых льдов в моренных отложениях (рис. 2). На более пологих склонах с близким залеганием коренных пород, при интенсивном криогенном выветривании, формируются курумы.

Относительно общего проявления экзогенно-криогенных процессов, на всей рассматриваемой территории, ограниченную часть, занимают делли (рис. 3), развитые на высотах 2300-2500 м на пологих склонах в восточных отрогах Северо-Чуйского хребта. В склоновых отложениях нередко встречаются погребённые наземные льды и снежники.

Особые условия для формирования экзогенно-криогенных процессов и явлений характерны при природопользовании в днищах впадин, сложенных главным образом, ниже — средне- и верхнечетвертичными отложениями, различными по своему генетическому и стратиграфическому составу, и строению. В них присутствуют литологически сходные породы тонкозернистых, озёрно-болотных, аллювиально-пролювиальных, пролювиальных, флювиогляциальных, озерно-пролювиальных и современных аллювиальных грунтов. Общая мощность этих отложений по данным бурения, в нижней части впадины, достигает до 250 м [3]. В боковых частях

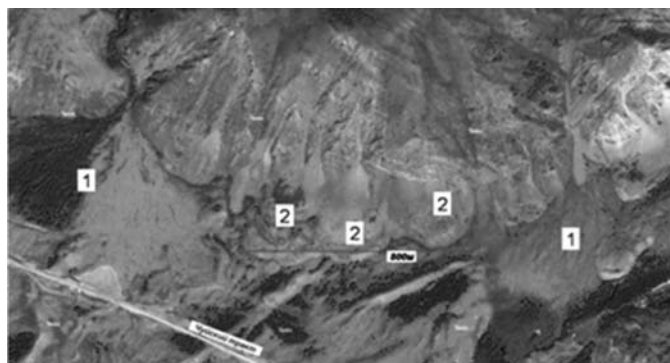


Рис. 2. Формирование конусов выноса (1) и вяло-активных глетчеров (2) в нижних частях склонов в долине р. Чуя / Fig. 2. Formation of alluvial fans (1) and sluggishly active glaciers (2) in the lower parts of the slopes in the valley of the river Chuy.

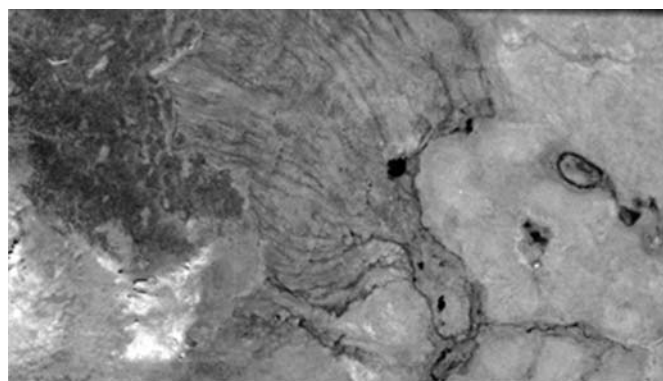


Рис. 3. Формирование деллей на пологих склонах плоских водоразделов (фрагмент космического снимка) / Fig. 3. Formation of delles on the gentle slopes of flat watersheds (a fragment of a satellite image).

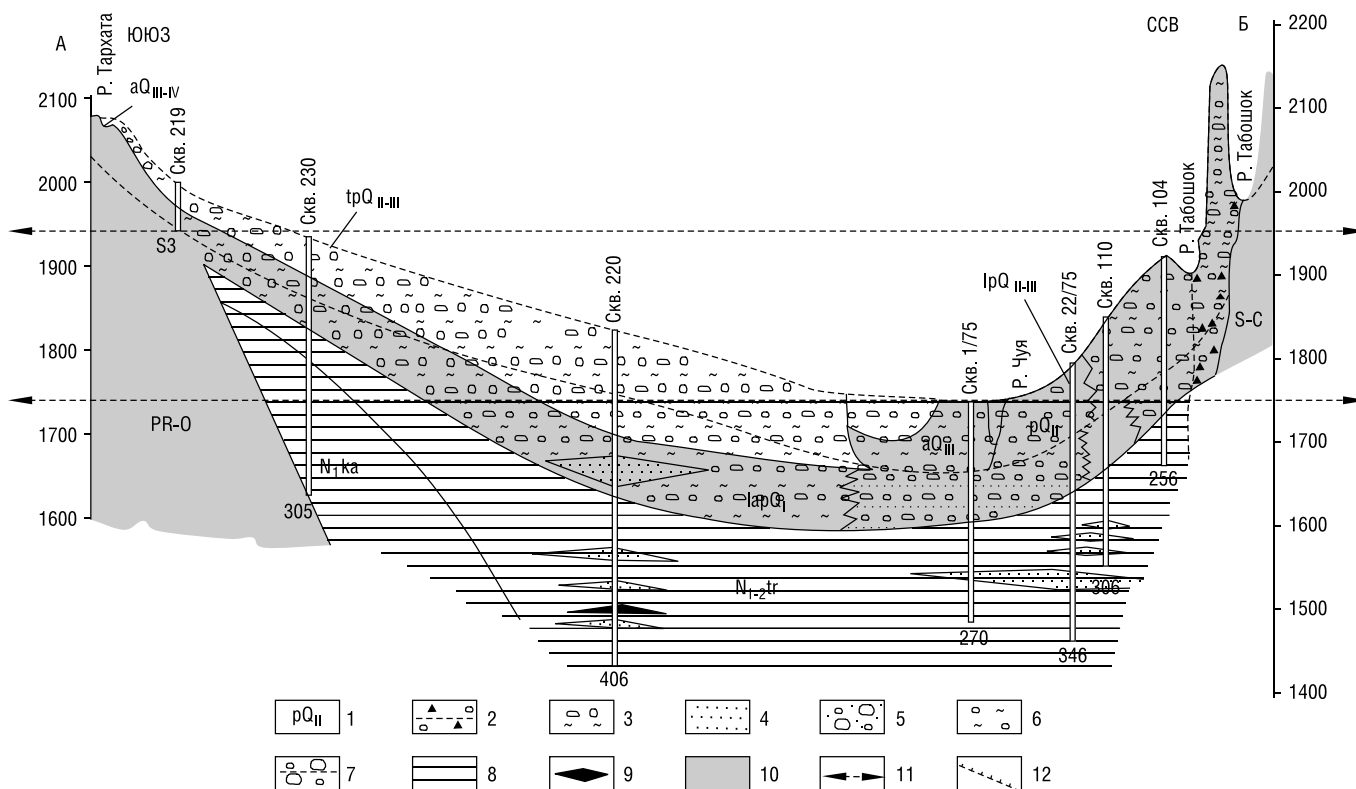


Рис. 4. Инженерно-геологический разрез по линии АБ (по данным Чуйской партии гидрогеологической экспедиции 15-го района (1977 г.) [14].

Условные обозначения: 1 - стратиграфо-генетические aQIII-IV - верхнечетвертичные - современные аллювиальные отложения; IpQII-III - средневенечетвертичные озерно-пролювиальные; fQII-III - средневенечетвертичные флювиогляциальные; pQII - среднечетвертичные пролювиальные; lapQI - нижнечетвертичные озерно-аллювиально-пролювиальные; N₁₋₂tr - среднемиоценовые-нижнеплиоценовые (туерикская свита); N₁ka - нижнесреднемиоценовые (кошагачская свита); S-C - осадочные и эффузивные породы силурийско-каменноугольного возраста; PR-O - метаморфические и осадочные породы протерозойско-ордовикского возраста.

Состав пород: 1 - aQIII-IV; 2 - гравийно-галечниковые с глинистым и песчаным заполнителем; 3 - валунно-галечниковые с суглинистым заполнителем; 4 - песок; 5 - валунно-галечниковые с песчаным заполнителем; 6 - галечник с суглинистым заполнителем; 7 - галечник, валунник с глинистым заполнителем; 8 - глина; 9 - уголь; 10 - скальные породы (алевролиты, песчаники, известняки, порфириды, метаморфические сланцы). 11 - зона выходов подземных и грунтовых вод на дневную поверхность; 12 - границы многолетнемерзлых пород /

Fig. 4. Engineering-geological section along the AB line (according to the data of the Chui party of the hydrogeological expedition of the 15th region (1977) [14].

Legend: 1 - stratigraphic-genetic aQIII-IV - Upper Quaternary - modern alluvial deposits; IpQII-III, Middle Upper Quaternary lacustrine-proluvial; fQII-III, Middle Upper Quaternary fluvio-glacial; pQII - Middle Quaternary proluvial; lapQI, Lower Quaternary lacustrine-alluvial-proluvial; N₁₋₂tr, Middle Miocene-Lower Pliocene (Tuyrik Formation); N₁ka - Lower-Middle Miocene (Koshagach Formation); S-C - sedimentary and effusive rocks of the Silurian-Carboniferous age; PR-O, metamorphic and sedimentary rocks of the Proterozoic-Ordovician age.

Rock composition: 1 - aQIII-IV; 2 - gravel-pebble with clay and sand filler; 3 - boulder-pebble with loamy aggregate; 4 - sand; 5 - boulder-pebble with sand filler; 6 - gravel with loamy aggregate; 7 - gravel, boulder with clay filler; 8 - clay; 9 - coal; 10 - rocks (siltstones, sandstones, limestones, porphyrites, metamorphic shales). 11 - zone of groundwater and groundwater outlets on the day surface; 12 - permafrost boundaries.

впадин, на контакте с предгорными областями, мощность отложений варьирует от 30 до 100 м. Согласно данным Чуйской партии гидрогеологической экспедиции [14] пьезометрический уровень подземных вод Чуйской котловины находится выше, примерно на 80-100 м базиса эрозии р. Чуя.

Стратиграфо-генетический состав отложений в основании днища впадины, представлен метаморфическими и осадочными породами протерозойско-ордовикского возраста (PR-O), сложенных алевритами, песчаниками, известняками, порфиритами и метаморфическими сланцами. Над ними в стратиграфическом согласии, залегают более молодые осадочные и эффузивные породы силурийского и каменноугольного (S-C) периодов.

Выше по разрезу, перекрывая толщу литологически близких тонкозернистых, озерно-болотных кошагачских отложений мощностью до 200 м в Чуйской и Курайской, впадинах ниже- среднемиоценовая (N_{1ka} — кошагачинская свита) и среднемиоценовая-нижнеплиоценовая ($N_{1-2г}$ — тугеркская свита). развиты сложенные тяжёлыми глинами с прослоями угля породы. Как видно из разреза (рис. 4), эта толща простирается на всю ширину Чуйской впадины, образуя своеобразную чашу, являющейся хорошим водоупором для подземных вод.

Косвенным подтверждением значительной переувлажнённости верхних горизонтов пород Чуйской впадины, являются многочисленные выходы на дневную поверхность подземных вод (рис. 5), образующие множество наледей (рис. 6).

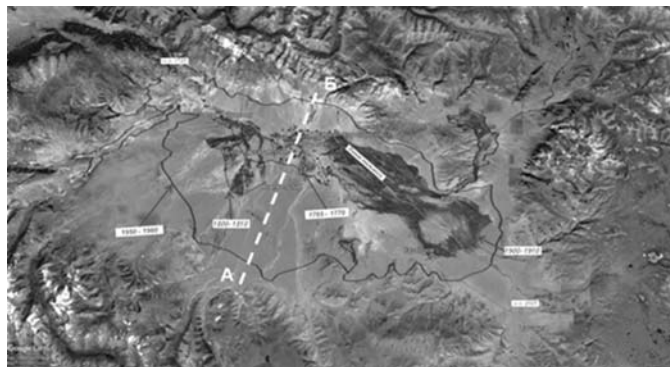


Рис. 5. Выходы подземных и грунтовых вод на дневную поверхность на разных гипсометрических уровнях в Чуйской впадине.

Условные обозначения: А-Б - Инженерно-геологический разрез по линии АБ. /

Fig. 5. Outcrops of groundwater and groundwater to the day surface at different hypsometric levels in the Chuya depression.

Symbols: A-B - Engineering-geological section along the line AB.

На космическом снимке территории (рис. 5) выделены четыре основных уровня, где отчётливо видно проявления выхода подземных вод и формирование ложбин стока. Верхний горизонт отмечается на уровне горизонталей 1950 - 1960 м и как бы опоясывает их, обозначая границы впадины. Наиболее интенсивно уровень выхода подземных вод на поверхность проявляется на высотах 1900-1910 м и на 1800-1810 м, а самый нижний горизонт подземных вод, фиксируется на горизонте 1765-1770 м. Определяя вертикальное положение всех горизонтов выхода подземных вод и сопоставляя их с геологическим разрезом по линии А-Б (рис. 4, 5), мы видим, что мощность слоя горных пород по которому происходит миграция

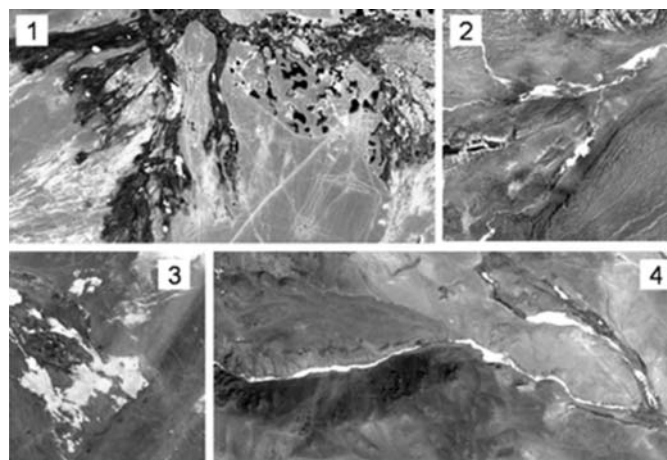


Рис. 6. Формирование наледей в долинах рек Чуйской впадины:

1 - район пос. Кош-Агач; 2 - район пос. Бельтир; 3 - район пос.. Казахское; 4 - район пос. Чаган-Узун. /

Fig. 6. Formation of ice floes in the river valleys of the Chuya depression:

1 - district Kosh-Agach; 2 - district of the village. Beltir; 3 - district of the settlement. Kazakhstan; 4 - district of the village. Chagan-Uzun.

подземных вод, равна чуть более 200 м и сложен он в основном гравийно- и валуно-галечниковыми отложениями с песчаным, суглинистым и глинистым заполнителем водно-ледникового происхождения.

Таковы, по нашему мнению, причины широкого распространения наледей Чуйской впадины именно вблизи рек и озёр.

Особенно проблемны при природопользовании районы Чуйской и Курайской степей, и горных областей Алтая отличающиеся наиболее суровыми природно-климатическими условиями. Там развиты практически все присущие внутриконтинентальному высокогорью катастрофические и особо опасные природные процессы: солифлюкция, криогенные оползни скольжения (рис. 2) и обвалы, лавины ледниковых участков, высокая сейсмичность и т.д. [14].

Температура пород на участке Чаган-Узун на глубине годовых теплооборотов варьирует от -4,5 до +0,1°C. В Чуйской впадине (пос. Кош Агач) инженерно-геологической скважиной до глубины 28 м были вскрыты многолетнемерзлые породы с температурой на забое -0,4°C.

Заключение

Следует отметить, что трасса новой ГТС неизбежно пройдет через территории с экстремальными природными, в том числе, что особенно важно, геолого-геоморфологическими, мерзлотными, сейсмическими условиями. Поэтому результаты новых исследований института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, позволяющие охарактеризовать особенности рационального природопользования в районе будущего прохождения трассы, особенно важны и актуальны. Их использование позволит уже на стадии проектирования оценить существующие сложности и грядущие проблемы.

Понимание специфики экзогенного рельефообразования и механизма проявления различных процессов и иных аспектов природопользования в различных районах исследуемой территории, позволят прогнозировать вероятные перспективы этой деятельности. Становится возможным заранее, до начала освоения, выделить и оконтурить неблаго-

приятные участки и предусмотреть для них проведение природоохранных и компенсирующих мероприятий и, тем самым, избежать самых серьезных последствий освоения, способных вывести объекты разной ведомственной принадлежности из равновесного состояния. При этом особо подчеркнем, что, несмотря на определенное подобие в гипсометрическом и орографическом положении, Чуйская и Курайская степи генетически совершенно разные структуры, изучение которых должно проводиться индивидуально.

Выводы

1. В статье приведены результаты исследований специфики криогенного рельефообразования и иных важнейших

аспектов природопользования по трассе газопровода «Сила Сибири-2» в южной части Горного Алтая.

2. Установлены основные достоинства и недостатки нового варианта трассы через территорию МНР, ее природные условия с акцентом на экзогенное недропользование. Показан и детально освещен аспект востребованности российского природного газа в промышленности КНР, МНР и в нашей стране.

3. Результаты исследований будут полезными при определении принципиальных для создания новой ГТС проблем природопользования, в том числе геокриологических условий трассы и специфики экзогенного рельефообразования, а также обозначении близких перспектив проекта. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Будет ли востребован газопровод «Сила Сибири-2». Электронный ресурс: <https://www.baikal-media.ru/news/society/377187/>. Источник: <https://www.baikal-media.ru/news/>. Дата обращения: 14.11.2021.
2. Будущее Сибири — альтернатива Москве и своя Кремниевая долина. Электронный ресурс. URL: <https://regnum.ru/news/polit/3341719.html>. Источник: <https://regnum.ru>. Дата обращения: 11 августа 2021.
3. Буслов М.М., Зыкин В.С., Новиков И.С., Дельво Д. Структурные и геодинамические особенности формирования Чуйской межгорной впадины горного Алтая в кайнозое // Геология и геофизика, 1999. т. 40. № 12. С. 1720-1736.
4. Геокриология СССР. Горы Южной Сибири // М., Изд-во МГУ, 1990, 383 с.
5. Геокриологические условия Алтая. Электронный ресурс. URL: https://vuzlit.ru/983188/geokriologicheskie_usloviya_altaya. Источник: <https://vuzlit.ru>. Дата обращения: 21.12.2021.
6. Шац М.М. Геоэкологические проблемы проектируемого магистрального газопровода «Алтай» // Газовая промышленность, М.: Изд-во «Газойл пресс», спецвыпуск, 716/2014, с.86-90.
7. Железняк М.Н., Шац М.М., Сериков С.И., Сысолятин Р.Г., Скачков Ю.Б., Жижин В.И. Высотная геотемпературная поясность центрального Алтая // Криосфера Земли. 2020. Т. 24. №3. С. 18-24.
8. «Газпром» пойдет в Китай длинным путем Компания собирается проложить трубу через Монголию. Электронный ресурс: <https://www.kommersant.ru/doc/4307272> Источник: <https://www.kommersant.ru/doc/>. Дата обращения: 11.12.2021.
9. Газовая монголополия. Улан-Батор считает годы до «Силы Сибири-2». Электронный ресурс: https://octagon.media/ekonomika/_gazprom_gotovit_eshhe_odin_megaproekt.html. Источник: <https://octagon.media/ekonomika/>. Дата обращения: 14.12.2021.
10. Где прорубать окно России в Азию: через Туву, Монголию или прямо в Китай? Электронный ресурс. URL: <https://regnum.ru/news/economy/3238791.html>. Источник: <https://regnum.ru/>. Дата обращения: 2 июля 2019. |
11. Ольга Самофалова. Зачем России и Китаю нужен дублер «Силы Сибири». Электронный ресурс: <https://vz.ru/economy/2021/11/14/1128768.html>. Источник: <https://vz.ru/economy>. Дата обращения: 14 ноября 2021.
12. ЭТО ВАМ НЕ БАМ: РЖД ПЛАНИРУЕТ «ПРОРУБИТЬ» ОКНО В КИТАЙ ЧЕРЕЗ АЛТАЙСКИЕ ГОРЫ. Электронный ресурс. URL: <https://www.bankfax.ru/news/141004>. Источник: <https://www.bankfax.ru/news>. Дата обращения: 08.04.2021.
13. Зольников И.Д., Мистрюков. А.А. Четвертичные отложения и рельеф долин Чуи и Катунь // Новосибирск, 2008. С. 34-45.
14. Оленченко В.В., Кожевников Н.О., Антонов Е.Ю., Поспеева Е.В., Потапов В.В., Шеин А.Н., Стефаненко С.М. Распространение толщи мерзлых пород в Чуйской впадине (Горный Алтай) по данным электромагнитных зондирований // Криосфера Земли. 2011. т. XV. № 1. С. 15-22.
15. Мерзлотно-геологическая карта м-ба 1:200 000 / Новосибирск, Отдел фондов Зап.-Сиб. геол. управления; 1977. 4л.
16. Геокриологические опасности. Природные опасности России // М.: Издательская фирма «Крук», 2000, 316 с.
17. Цехановская Н.А. «Криогенный лик Юго-восточного Алтая» Материалы I международного симпозиума. «Горы и горцы Алтая и других стран Центральной Евразии» // Горно-Алтайск. ГАГУ. 2000. - С. 27-30.
18. Шац М.М. Алтайский транспортный коридор (история проекта, природные условия, современное состояние) // Геология и недропользование. № 1, 2022. С.162-167.
19. Где прорубать окно России в Азию: через Туву, Монголию или прямо в Китай? Электронный ресурс. URL: <https://regnum.ru/news/economy/3238791.html>. Источник: <https://regnum.ru/>. Дата обращения: 2 июля 2019. |
20. УГРОЗЫ ИЗ ГЛУБИНЫ: мерзлота ошибок не прощает. Электронный ресурс. Источник: Глубокие земли. URL: <http://rareearth.ru/rupub/20180123/03679.html>. Дата обращения: 23.01.2018.

REFERENCES

1. Will the Power of Siberia-2 gas pipeline be in demand? Electronic resource: <https://www.baikal-media.ru/news/society/377187/>. Source: <https://www.baikal-media.ru/news/>. Date of access: 11/14/2021.
2. The future of Siberia is an alternative to Moscow and its own Silicon Valley. Electronic resource. URL: <https://regnum.ru/news/polit/3341719.html>. Source: <https://regnum.ru>. Retrieved: 11 August 2021.

3. Buslov M.M., Zykin V.S., Novikov I.S., and D. Del'vo, Structural and geodynamic features of the formation of the Chuya intermountain basin of the Altai Mountains in the Cenozoic // *Geology and geophysics*, 1999, vol. 40, no. 12, pp. 1720-1736.
4. Geocryology of the USSR. Mountains of Southern Siberia // M., Publishing House of Moscow State University, 1990, 383 p.
5. Geocryological conditions of Altai. Electronic resource. URL: https://vuzlit.ru/983188/geokriologicheskie_usloviya_altaya. Source: <https://vuzlit.ru>. Date of access: 12/21/2021.
6. Shatz M.M. Geocological problems of the projected main gas pipeline «Altai» // *Gas industry*, M.: Publishing house «Gas oil press», special issue, 716/2014, pp. 86-90.
7. Zheleznyak M.N., Shatz M.M., Serikov S.I., Sysolyatin R.G., Skachkov Yu.B., Zhizhin V.I. Altitudinal geotemperature zonality of the central Altai // *Earth's cryosphere*. 2020. V. 24. No. 3. pp. 18-24.
8. «Gazprom» will take a long way to China The company is going to lay a pipe through Mongolia. Electronic resource: <https://www.kommersant.ru/doc/4307272> Source: <https://www.kommersant.ru/doc/>. Date of access: 11.12.2021.
9. Gas Mongolia. Ulaanbaatar is counting the years to the «Power of Siberia-2». Electronic resource: https://octagon.media/ekonomika/_gazprom_gotov_eshhe_odin_megaproekt.html. Source: <https://octagon.media/ekonomika/>. Accessed: 12/14/2021.
10. Where to cut through Russia's window to Asia: through Tuva, Mongolia or directly to China? Electronic resource. URL: <https://regnum.ru/news/economy/3238791.html>. Source: <https://regnum.ru/>. Retrieved: 2 July 2019 |
11. Olga Samofalova. Why do Russia and China need an understudy of the Power of Siberia. Electronic resource: <https://vz.ru/economy/2021/11/14/1128768.html>. Source: <https://vz.ru/economy>. Retrieved: November 14, 2021.
12. THIS IS NOT BAM FOR YOU: RZD PLANS TO «CUT» A WINDOW TO CHINA THROUGH THE ALTAI MOUNTAINS. Electronic resource. URL: <https://www.bankfax.ru/news/141004>. Source: <https://www.bankfax.ru/news>. Date of access: 04/08/2021.
13. Zolnikov I.D., Mistryukov. A.A. Quaternary deposits and relief of the Chuya and Katun valleys // *Novosibirsk*, 2008. P.34-45.
14. Olenchenko V.V., Kozhevnikov N.O., Antonov E.Yu., Pospeeva E.V., Potapov V.V., Shein A.N., Stefanenko S.M. Distribution of frozen rocks in the Chuya depression (Gorny Altai) according to electromagnetic sounding data // *Cryosphere of the Earth*. 2011. vol. XV. no. 1. pp. 15-22.
15. Permafrost-hydrogeological map scale 1:200 000 / *Novosibirsk*, Department of Funds of the Western-Sib. geol. management; 1977. 4. L.
16. Geocryological hazards. Natural hazards in Russia // M.: Publishing company «Kruk», 2000, 316 p.
17. Tsekanovskaya N.A. «Cryogenic face of the South-Eastern Altai» Proceedings of the I International Symposium. «Mountains and highlanders of Altai and other countries of Central Eurasia» // *Gorno-Altaiisk. GAGU*. 2000. - S. 27-30.
18. Shatz M.M. Altai transport corridor (history of the project, natural conditions, current state) // *Geology and subsoil use*. No. 1, 2022. P. 162-167.
19. Where to cut Russia's window to Asia: through Tuva, Mongolia or directly to China? Electronic resource. URL: <https://regnum.ru/news/economy/3238791.html>. Source: <https://regnum.ru/>. Retrieved: 2 July 2019 |
20. THREATS FROM THE DEEP: permafrost does not forgive mistakes. Electronic resource. Source: *Deeplands*. URL: <http://rareearth.ru/pub/20180123/03679.html>. Date of access: 23.01.2018.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Шац Марк Михайлович:
кандидат географических наук,
ведущий научный сотрудник,
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова
Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Якутск, Россия,
e-mail: mmshatz@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shatz Mark Mikhailovich:
Candidate of Geographical Sciences,
Leading Researcher,
P.I. Melnikov Permafrost Institute of the Siberian
Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yakutsk, Russia,
e-mail: mmshatz@mail.ru



Сериков Сергей Иванович:
научный сотрудник,
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова
СО РАН,
г. Якутск, Россия,
e-mail: grampus@mpi.ysn.ru

Serikov Sergey Ivanovich:
researcher,
Melnikov Institute of Permafrost Studies
SB RAS Researcher,
Yakutsk, Russia,
e-mail: grampus@mpi.ysn.ru

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION: Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. / The authors contributed equally to this article

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.