Министерство науки и высшего образования республики Казахстан

ТОО «ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР КАТЕГОРИИ 2 ПОД ЭГИДОЙ ЮНЕСКО»
(ТОО «ЦАРГЦ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТОО «Центрально-Азиатский
Региональный Гляциологический Центр
категории 2 под эгидой ЮНЕСКО», проф.

_____ Т.О. Балыкбаев
«28» апреля 2026 г.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
по оказанию услуг

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ВЕРОЯТНЫХ РИСКОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

ASM-CGC-GEN-RPT-0001

Выполненный по Договору **№ KTD-AGMT-20032026-52 от 20.03.2026 г.**

Научный руководитель,
академик НАН РК, д.г.н., проф. _____ И.В. Северский
подпись, дата

Алматы 2026

Ред.	Статус	Дата	Описание	Подготовил	Проверил	Одобрено
00	IFR	27.04.2026	Выдано на рассмотрение	Науч. рук. ТОО ЦАРГЦ, академик НАН РК, д.г.н., проф. И.В. Северский	Ученый секретарь ТОО ЦАРГЦ, к.г.н. Р.Ю. Токма-гамбетова	Директор ТОО ЦАРГЦ, д.пед.н., проф. Т.О. Балыкбаев

По заданию на 1 этапе работ представляется

Предварительный отчет с оценкой вероятных рисков реализации проекта и возможностей их минимизации:

-указать на каргах-планах в рамках проекта наличие существующих ледников

- оценить влияние реализации проекта на близлежащие ледники.

- показать ретроспективные данные по снежному покрову в горах близ Алматы в высотах 2000 - 3500м.

Вероятные риски реализации проекта

С учетом назначения создаваемого курортного комплекса наиболее значимые риски реализации проекта можно квалифицировать как:

– климатические,

– геокриологические,

– риск лавинной опасности.

Климатические риски

Климатические риски обусловлены высокой вариабельностью характеристик климата и погодных условий холодного периода.

Для характеристики климатических рисков реализации проекта воспользуемся данными гляциально-гидрометеорологического мониторинга на базе станции Центра «Ледник Туйыксу», расположенной в бассейне реки Киши Алматы на высоте 3550 м. Это самая высокогорная и единственная в регионе станция мониторинга криосферы зоны формирования стока с непрерывными рядами данных наблюдений за период продолжительностью 68 лет (с 1958 по 1971 в течение летнего сезона, с 1972 г круглогодично). Данные этого мониторинга в полном объеме отражают динамику горной криосферы (снежный покров, ледники, подземные льды) и являются надежной основой оценки рисков реализации рассматриваемого проекта.

Современная динамика климатических характеристик района реализации проекта представлена в таблице 1.

Таблица 1. Динамика климатических характеристик по результатам мониторинга на базе станции «Ледник Туйыксу»

М Е С Я Ц								
IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
Температура воздуха, град. С								
–	-2	-7	-13	-14	-17	-12	-7	-3
Среднемесячная сумма осадков, мм								
60	60	50	0	30	35	50	90	145
Среднемесячная облачность, баллы								
–	4	5	5	4	6	6	6	7
Среднемесячная продолжительность солнечного сияния, час								
180	170	110	100	90	130	160	170	170
Среднемесячная высота снежного покрова, см								
0	15	40	55	60	70	76	85	72

Судя по данным таблицы, холодный период территории размещения курортного комплекса характеризуется:

– умеренными температурами воздуха в течение всего периода горнолыжного сезона с максимумом -2°С в октябре и минимумом до -17°С в феврале;

– умеренной облачностью – от 4 баллов в октябре и январе до 6 баллов в течение февраля-апреля до максимума в 7 баллов мае;

– соответственно значительной продолжительностью солнечного сияния – от 90 час. в январе до 170 час в октябре, апреле и мае соответственно;

– достаточной для горнолыжного сезона высотой снежного покрова период с ноября по май (более 30 см);

– благоприятными погодными условиями – среднемесячные суммы осадков колеблются от 0 в декабре и 30 мм в январе до 140 мм в мае.

Все это позволяет заключить, что перечисленные среднемесячные характеристики климатических условий в целом не лимитируют возможности функционирования горнолыжного комплекса в течение всего периода с ноября по май.

Вероятные ограничения (климатические риски) обусловлены межгодовой изменчивостью климатических характеристик, прежде всего, высоты снежного покрова и экстремальных минимумов температуры воздуха.

Риски, обусловленные пространственно-временной динамикой характеристик снежности территории

Согласно результатам исследований, при большом размахе межгодовых колебаний средние многолетние величины годовых и сезонных сумм осадков и характеристик снежности (сроки залегания, высота снежного покрова (T_c, см) и максимальные снегозапасы W, мм водного эквивалента) в зоне формирования стока трансграничных рек Казахстана и сопредельных стран Центральной Азии относительно устойчивы в течение последних десятилетий [1, 2]. Закономерности территориально-временного распределения характеристик снежности зоны формирования стока рек Центральной Азии (горная часть бассейнов до выхода реки из гор – до забора воды на хозяйственные нужды) исследованы нами на основе системы выявленных ранее территориально общих зависимостей сроков залегания снежного покрова (T_c, см) и максимальных снегозапасов (W, мм водного эквивалента) от абсолютной высоты. Всего по горной территории Центральной Азии (Тянь-Шань, Памиро-Алай, Алтай) выявлено три типа распределения сроков залегания устойчивого снежного покрова и 8 типов распределения максимальных снегозапасов по абсолютной высоте [3-5]. Типовые зависимости W=f(H) представлены в таблице 2.

Бассейны рек Киши и Улкен Алматы, в среднегорно-высокогорной части которых планируется размещение инженерных сооружений курортного комплекса, по характеру распределения средних многолетних значений W соответствуют Северо-Тяньшаньскому типу. Здесь зависимость максимальных снегозапасов от абсолютной высоты обеспечена данными прямых наблюдений только до высотного уровня 3200 м. Выше этого предела она продолжена до величины годовой аккумуляции твердых осадков на высоте климатической снеговой границы [1, 3-5].

С учетом этих результатов мы имеем возможность оценить распределение средних многолетних значений максимальных снегозапасов во всем диапазоне высот в интервале от 600 м (предгорная равнина) до замыкающего долину водораздельного гребня).

Таблица 2. Типовые зависимости максимальных запасов воды в снежном покрове от абсолютной высоты

Тип распределения	Расчетные уравнения	Стандартная ошибка, σ		Ограничения по высоте, м абс.
		мм	%	
Центрально-Тяньшаньский	$\Delta W = 5{,}2\ H^{2{,}00} - 1{,}9$	25	–	600-3400
Внутренне-Тяньшаньский	$\Delta W = 5{,}0\ H^{2{,}80} - 1{,}2$	21	–	600-3200
Алайский	$\Delta W = 13{,}0\ H^{1{,}85} - 5{,}0$	29	23	600-3200
Таласский	$\Delta W = 11{,}7\ H^{2{,}30} - 3{,}6$	25	20	600-3200
Северо-Тяньшаньский	$\Delta W = 13{,}6\ H^{2{,}60} - 3{,}6$	23	14	600-3200
Курамино-Чаткальский	$\Delta W = 25{,}0\ H^{2{,}60} - 6{,}6$	28	20	600-2600
Ферганский	$\Delta W = 40{,}83\ H^{2{,}56} - 11{,}0$	44	19	600-2600
Западно-Тяньшаньский	$\Delta W = 94{,}5\ H^{2{,}20} - 30{,}7$	50	15	600-2600
Примечание: – ΔW – разница средних из максимальных снегозапасов SWE (водный эквивалент снежного покрова) на "нулевом" (600 м) и расчетном высотном уровнях, мм, H – расчетный высотный уровень, км				

Согласно результатам исследований, основные характеристика снежности – высота и водность снежного покрова в зоне формирования стока главных рек Казахстана при большой межгодовой изменчивости в среднем за многолетие оставались устойчивыми [1, 2]. За последние десятилетия ситуация практически не изменилась: средние многолетние значения максимальных снегозапасов не изменились, слабо выраженные положительные тренды величин максимального снегонакопления (W, мм) в горных районах статистически незначимы.

В качестве примера, приведем изменения значений W на площадках регулярного мониторинга снежности (снегомерный пункт № 39 Казгидромета на высоте 3650 м), представленные на рисунке 1.

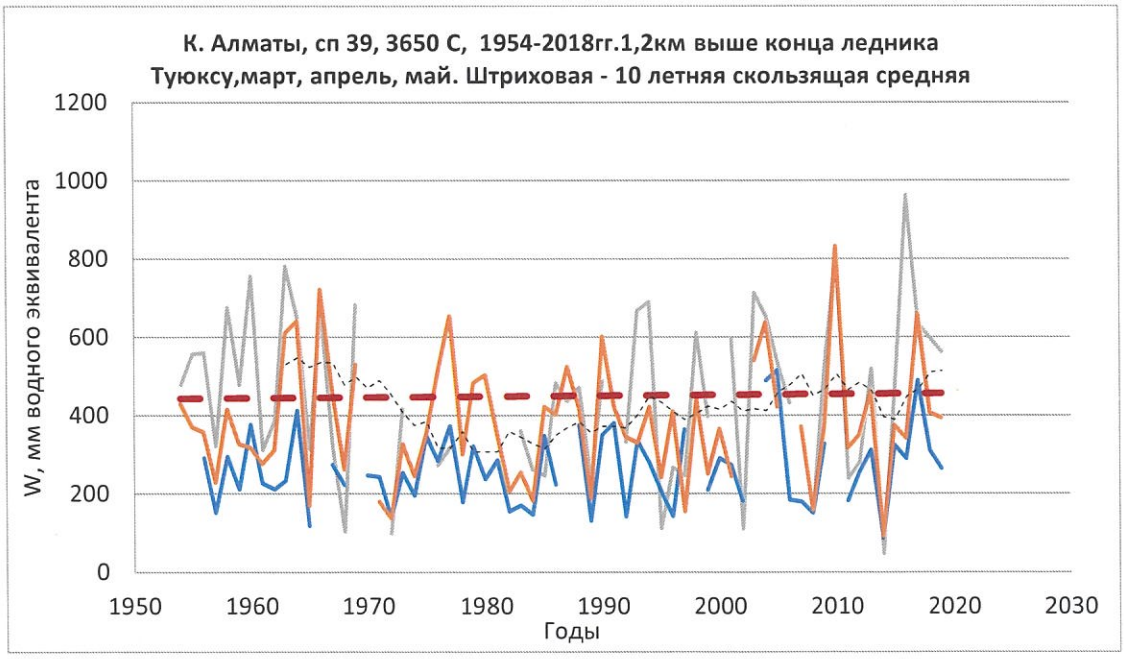


Рисунок 1. Изменение максимальных снегозапасов (W) на снегомерной площадке №39 за март, апрель, май

Как следует из рисунка, при неизменно высокой межгодовой изменчивости максимальных значений W – от 48 мм в экстремально малоснежном 2014г. до 834 мм в 2010 г. – их средние за весь период наблюдений значения (тренд) устойчивы в течение всего периода наблюдений. Согласно результатам исследований, так же устойчивы годовые суммы осадков в горах региона, а изменения значений W синхронны на больших расстояниях [2].

Отдельная задача, имеющая прямое отношение к оценке динамики снежности рассматриваемой территории – ритмичные/цикличные колебания снежности. Согласно результатам наших исследований, во временной динамике высоты и водности снежного покрова рассматриваемой территории относительно устойчиво повторяются ритмические колебания продолжительностью 2-3 года. Для обеспечения устойчивого функционирования курортного комплекса более важны сведения о долговременных циклических колебаниях снежности. В этом отношении показательна динамика 10 - летних скользящих средних – штриховая линия на рисунке 1. Судя по этим данным полный цикл рассматриваемых изменений составляет около 35 лет – с начала 1970-х до середины 2000-х.

Все это позволяет полагать, что и в долговременной перспективе условия снежности территории курортного комплекса останутся относительно устойчивыми – риск радикального сокращения снежной составляющей условий его функционирования и в отдаленной перспективе (30 - 40 лет, как минимум) мало вероятен.

Геокриологические риски

Геокриологические риски обусловлены распространением многолетней мерзлоты.

Территория размещения инженерных сооружений курортного комплекса по геокриологическим условиям расположена в пограничном высотном диапазоне распространения пояса сплошного (выше 3500 м) и расположенного ниже пояса прерывистого распределения многолетней мерзлоты.

Риски долговременной устойчивости инженерных сооружений комплекса обусловлены необходимостью учета геокриологических условий территории – неверная оценка глубины верхней границы (кровли) вечной (многолетней) мерзлоты в рыхлообломочных (не скальных) грунтах и ее динамики в условиях продолжающегося глобального потепления: протаивание мерзлоты – причина деформации фундамента строений и долговременной устойчивости инженерных сооружений проекта.

Центрально-Азиатский Гляциологический Центр под эгидой ЮНЕСКО (далее Центр) совместно с Институтом геокриологии Института мерзлотоведения Сибирского отделения РАН (Якутск) проводит круглогодичный мониторинг термического режима сезонно- и многолетнемерзлых грунтов в 32 скважинах геотермического полигона в бассейне реки Улкен Алматы, основанного в 1973 г. Одна из них, глубиной 30 м, расположена на высоте 3400 м в районе перевала Жусалы-Кезен. В 2024 г. здесь же пробурены 4 дополнительных скважины, данные которых вполне надежно характеризуют температурный режим грунтов высотного диапазона размещения инженерных сооружений планируемого курортного комплекса. Результаты мониторинга температуры в одной их них представлены на рисунке 2.

Согласно этим результатам, кровля вечной мерзлоты на этом высотном уровне расположена на глубине 4 м. Аналогичная глубина кровли мерзлоты определена ранее методом электрозондирования и вскрыта при работах по созданию сливного прорана в подпрудной морене озера № 6 на высоте 3400 м в бассейне реки Киши Алматы [7].

Таким образом, для гарантированного обеспечения устойчивости инженерных объектов на рыхлообломочных (не нескальных) грунтах, глубина заложения фундамента инженерных сооружений должна быть более упомянутого выше современного уровня кровли вечной мерзлоты.

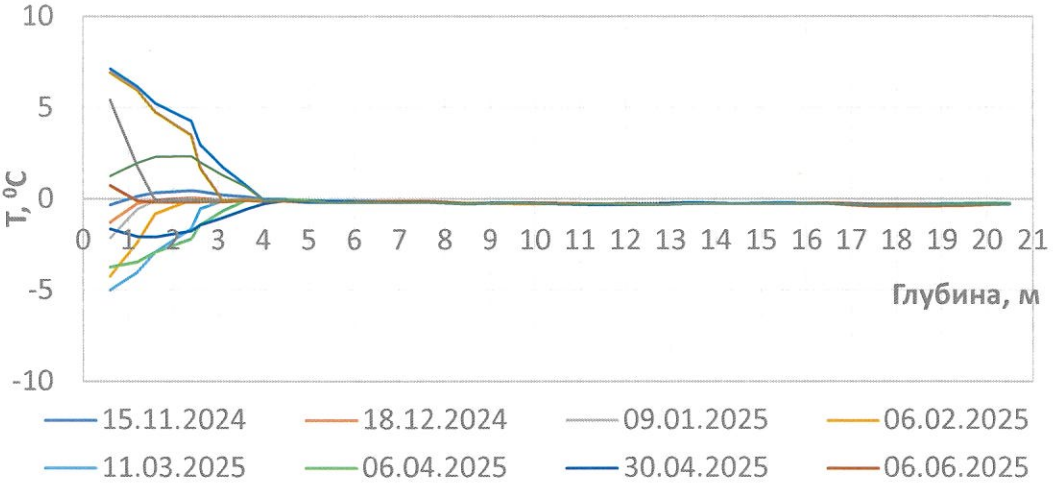


Рисунок 2. Температуры грунтов в скважине «Метео 33м»

Риск лавинной опасности

С учетом главного предназначения создаваемого горнолыжного курорта, это один из наиболее значимых факторов риска реализации проекта.

Согласно нашим исследованиям [4, 8], все склоны с уклоном более 20 градусов, за исключением покрытых вековым еловым лесом, лавиноопасны и это подавляющая часть территории освоения под реализацию проекта. Снежные лавины здесь ежегодно повторяющееся явление.

Активность процессов лавинообразования и, соответственно, мера опасности (площадь формирования, объем и зона поражения) определяется трудно предсказуемым сочетанием большого количества природных факторов – режим, количество и фазовый состав осадков (снежные, смешанные, жидкие), динамика температуры воздуха холодного периода, продолжительность солнечного сияния, стратиграфия снежной толщи, уклон и характер подстилающей поверхности, метеоусловия, включая режим ветра в период и после осадков). Предвидеть динамику всех этих факторов в их сочетании чрезвычайно сложно, поэтому прогноз лавин (время, площадь формирования, дальность выброса и объем) по-прежнему остается трудноразрешимой задачей.

Проблема осложнена тем, что отслеживать лавины методом дистанционного зондирования (по космическим снимкам) практически нереально – спектральные свойства заснеженной поверхности практически одинаковы, независимо от того, была там лавина или нет. Именно в этом проблемой остается определение границ, а соответственно и площади лавинных отложений, покрытых слоем свежевыпавшего снега.

Все это побуждает необходимость организации снеголавинной службы непосредственно в бассейне реки Казачка.

Относительно влияния проекта на ледники

Поблизости от территории реализации проекта ледники расположены в бассейнах рек Улкен и Киши Алматы (Большая и Малая Алматинки) – рисунок 3. Наибольший из них – ледник Туйыксу – включен в глобальную сеть Мировой службы мониторинга ледников (WGMS, Швейцария), и Центр отправляет ей ежегодный отчет о балансе массы ледника. Данные о ледниках представлены в таблице 3.

Реализация проекта не должна существенно сказаться на состоянии ледников, если не поддаться соблазну продлить срок лыжного сезона, перенеся его на поверхность ледника, что абсолютно недопустимо.

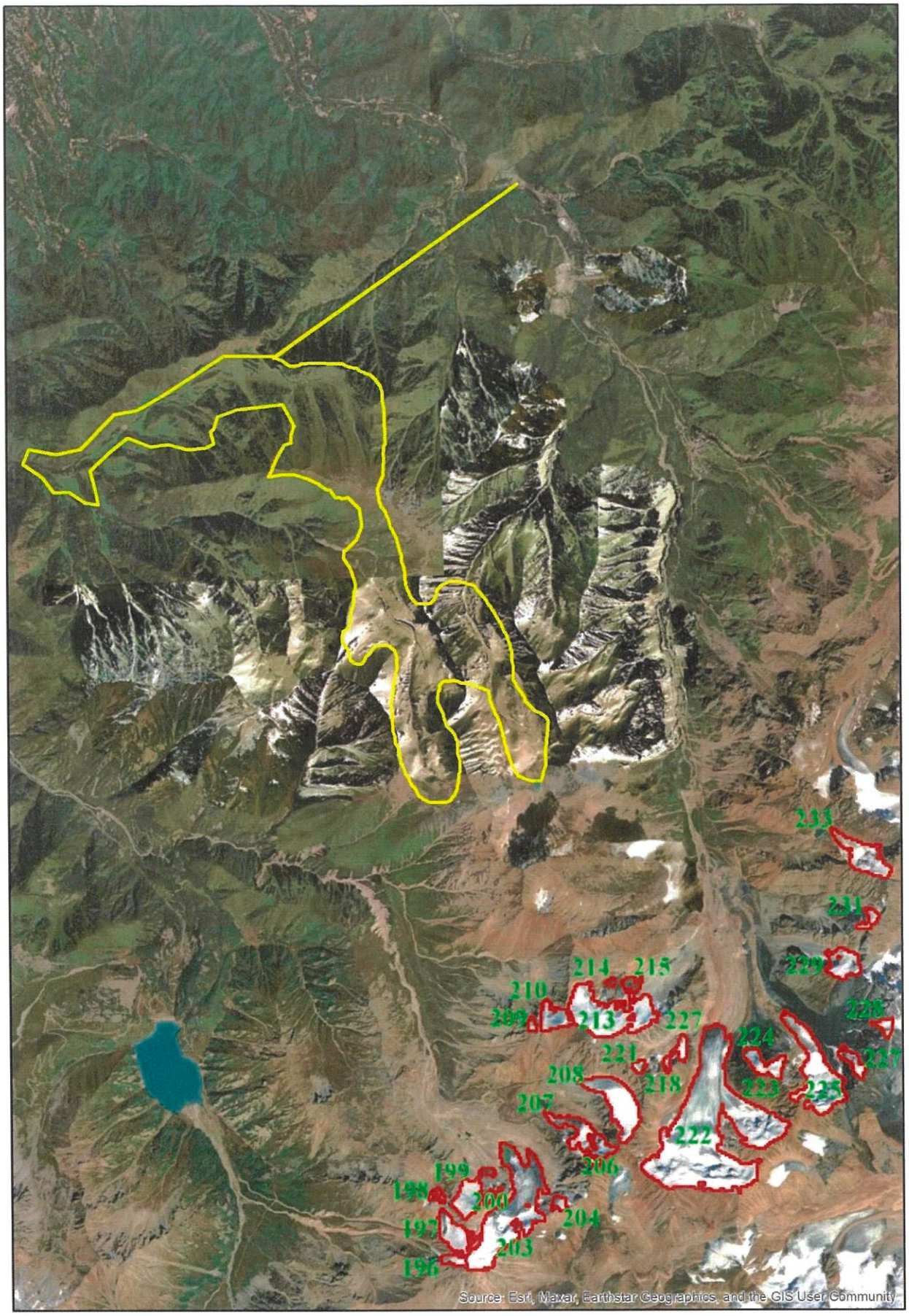


Рисунок 3. Ледники рядом с территорией реализации проекта (номер за 2022 г.)

Таблица 3. Основные сведения о ледниках по состоянию на 2022 г. (номера ледников на рисунке 3)

Номер ледника (на год каталогизации)		Координаты		Морф. тип	Эксп.	Площадь, км^2	Длина, км	Высота н.у.м.	
2022 г.	1955	В.д.	С.ш.					Макс.	Мин.
196	97	77,03433	43,02537	кар	З	0,038	0,4	4290	4055
197	97	77,03428	43,02911	кар	СЗ	0,151	0,68	4240	3865
198	97	77,03251	43,03354	вис-кар	СЗ	0,024	0,21	3860	3720
199	98 Советов	77,03688	43,0332	кар	С	0,144	0,59	4050	3640
200		77,04121	43,0335	вис	С	0,024	0,22	3890	3740
203		77,04369	43,03191	дол	СВ	0,728	1,89	4290	3580
204		77,05276	43,03231	вис	СЗ	0,030	0,24	4040	3840
206	99 Горельник	77,05902	43,03765	вис	З	0,020	0,25	4150	4000
207		77,05713	43,04093	кар	СЗ	0,212	1,25	4165	3640
208	100 Локомотив	77,06498	43,04409	кар	СЗ	0,326	1,32	4165	3765
209	101 Кумбель	77,04924	43,05531	вис	С	0,016	0,22	3995	3820
210		77,05348	43,0564	кар-вис	С	0,107	0,56	4085	3700
213	105 Молодежный	77,0635	43,05698	шлейф	СВ	0,524	0,94	4150	3610
214		77,06304	43,06037	остаток	СВ	0,014	0,16	3625	3590
215		77,06697	43,05938	остаток	СВ	0,050	0,41	3710	3515
217	106 Космодемьянской	77,0747	43,05175	кар	С	0,044	0,38	3765	3610
218		77,0725	43,04979	кар-вис	С	0,018	0,24	3880	3745
221		77,0676	43,04957	вис-кар	СВ	0,021	0,18	4020	3885
222	107 Центр. Туйыксу	77,0806	43,04404	дол	С	2,039	2,45	4210	3560
223	108 Иглы Туюксу	77,08821	43,0498	вис	СЗ	0,066	0,46	4045	3710
224		77,09169	43,04906	вмс	СВ	0,050	0,34	4070	3820
225		77,09818	43,04983	дол	СЗ	0,455	1,47	4170	3550
227		77,1055	43,04946	кар-вис	СЗ	0,068	0,71	4130	3705
228	109 Партизан	77,11138	43,05354	вис	З	0,039	0,35	4350	4110
229	110 Орджоникидзе	77,10401	43,06203	вис-кар	СЗ	0,138	0,52	4125	3755
231	111 Маяковского	77,10947	43,06762	вис	СЗ	0,039	0,23	4105	3910
233	112 Маметовой	77,10776	43,07608	кар-вис	СЗ	0,228	1,07	4130	3670

Резюме

Судя по динамике основных климатических характеристик, осредненных за многолетний период (1958-2024), они вполне благоприятны для реализации проекта.

Нет оснований ожидать ограничений, обусловленных динамикой снежного покрова – высота и водность снежного покрова при большом размахе межгодовых колебаний устойчивы в течение всего периода наблюдений, что побуждает оптимизм относительно их вероятной динамики на перспективу.

Отметим также, что соответственно относительно устойчива и продолжительность периода с высотой снежного покрова, достаточной для непрерывного горнолыжного сезона.

Все это позволяет заключить, что перечисленные среднемесячные характеристики климатических условий в целом не лимитируют возможности функционирования горнолыжного комплекса в течение всего периода с ноября по май.

Вероятные ограничения (климатические риски) обусловлены межгодовой изменчивостью климатических характеристик, прежде всего, высоты снежного покрова и экстремальных минимумов температуры воздуха.

Но необходимо учесть, что эти условия могут разительно колебаться от года к году. К примеру, в течение февраля 1969 г. ночные температуры в Алматы не поднимались выше -30°С – явно не для лыжных прогулок.

В 1966 г. снегопад в горах продолжался почти непрерывно с 3 по 15 марта. Прирост высоты снежного покрова на высоте 2300 м (станция Верхний горельник) превысил 80 см, а максимум снегонакопления 360 мм – более чем вдвое больше нормы. Итогом стал массовый сход беспрецедентно катастрофических снежных лавин в горах всего региона.

Список использованных источников

1. Северский И.В, Кокарев А. Л., Пиманкина Н. В. Снежно-ледовые ресурсы Казахстана. // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: в 21 томе. – Алматы, 2012. Т. VI. – 246 с.

2. Северский И.В., Пиманкина Н.В., Капица В.П., Кокарев А.Л. Снежно-ледовые ресурсы. // Водная безопасность республики Казахстан: трансграничные бассейны рек Иле и Ертис: в 8 т. – Алматы, 2021. – Т. III. – 168 с.

3. Северский И.В. Проблема оценки заснеженности и лавинной опасности горной территории. Автореф. Дис. … док. геогр. наук. – М., 1982. 37 с.

4. Северский И.В., Благовещенский В.П., Оценка лавинной опасности горной территории. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 215 с.1983,

5. Северский И.В, Благовещенский В.П., Северский С.И., Пиманкина Н.В., Се Зичу, Жан Ж., Ху Руджи. Снежный покров и лавины Тянь-Шаня. – Алматы, 2006. –184 с.

6. Северский И.В., Вилесов Е.Н., Кокарев А.Л., Шестерова И.Н., Морозова В.И., Когутенко Л.В., Усманова З.С. Ледниковые системы Балкаш-Алакольского бассейна: состояние, современные изменения // Вопросы географии и геоэкологии. – 2012. - № 2. – С. 31-40.

7. Borodavko P. S., Glazirin G.E., Herget J., Severskiy I.V. (eds.). Hazard assessment and outburst flood estimation of naturally dammed lakes in Central Asia. Shaker Verlag Aachen. 2013. 130 pp.

8.Северский И.В. Снежные лавины Заилийского и Джунгарского Алатау. Алма-Ата: Наука, 1978. 255 с.