

УДК 551.32

**ЛЕДНИКИ И ЛЕДНИКОВЫЙ СТОК В БАССЕЙНАХ РЕК
ТЕНТЕК И РГАЙТЫ В ДЖУНГАРСКОМ АЛАТАУ**

Доктор геогр. наук

Е.Н. Вилесов

В.И. Морозова

На основе сравнения материалов Каталогов ледников бассейнов рек Тентек и Ргайты 1956 и 1990 гг. анализируются данные об их сокращении за 34 года и оцениваются ледниковый сток и его роль в общем речном стоке.

Бассейны рек Тентек и Ргайты (Ыргайты) расположены в восточной части северного склона Северного Центрального хребта горной системы Джунгарского Алатау. Река Тентек, образующаяся при слиянии Первого и Второго Тентека (или Орта-Тентека), вытекает на предгорную равнину и впадает в озера Сасыкколь и Кошкарколь (Уялы). Текущая восточнее р. Ргайты также имеет две составляющие: правая – р. Тастау и левая – р. Коксуат. Выйдя на межгорную впадину Джунгарских ворот, р. Ргайты впадает в оз. Жаланашколь. Оледенение в этих бассейнах сосредоточено в пределах $45^{\circ}07' - 45^{\circ}22'$ с.ш. и $80^{\circ}45' - 81^{\circ}43'$ в.д.

Первые вполне достоверные сведения о размерах оледенения Восточной Джунгарии приведены в Каталоге ледников, составленном П.А. Черкасовым [5] по материалам аэрофотосъемки (АФС) 1956 г. на топооснове М 1:100 000. Согласно [5], в 1956 г. на этой территории имелось 208 ледников с площадью (без морен) 88,4 км².

В начале 80-х гг. XX века была создана государственная топографическая карта М 1:25 000 на всю территорию б. СССР, в том числе и для Джунгарского Алатау (по данным АФС 1970-72 гг.). Только в 1999 г. П.А. Черкасов подготовил новый Каталог ледников Джунгарии на основе указанной карты. При этом для рисовки контуров ледников он не использовал контактные отпечатки АФС. Качество же дешифрирования ледников, отображенных на этой карте, было, по-видимому, не очень высоким. Кроме того при «переходе» с карт М 1 : 100 000 к картам М 1:25 000 следовало бы соответственно увеличить площади ледников склонов (каровых и висячих) в Каталоге ледников 1956 г. Все это привело к тому, что суммарные площади ледников в ряде частных бассейнов (верховья Второго

Тентека, Тастау Центральная) в Каталоге 1972 г. оказались больше, чем в Каталоге 1956 г. В бассейне р. Тастау Восточная в Каталоге 1972 г. площадь ледников увеличилась на целый квадратный километр, чего просто не могло быть в условиях заметной дегляциации в это время всей Джунгарской ледниковой системы, да и гор юго-восточного Казахстана в целом. Поэтому данные о площадях отдельных ледников и всего оледенения района (83,82 км³), приведенные в Каталоге 1972 г., могут служить лишь для самых приближенных оценок изменения площади льда за период 1956-72 гг.

Последняя АФС в горах Восточной Джунгарии была проведена в 1990 г. На основе дешифрирования АФС 1990 г. получены новые контуры ледников на фотопланах крупного масштаба. С использованием методики цифрового картографирования и ГИС-технологий (программные пакеты MapInfo, ArcGIS и др.) составлены новый (третий по счету) Каталог ледников Восточной Джунгарии и крупномасштабная карта оледенения, отражающая его состояние в 1990 г. Главное преимущество метода цифрового картографирования – определение площадей и других морфометрических показателей с требуемой точностью. Использование ГИС-программ позволяет получить как на мониторе компьютера, так и на одном из выходных форматов карты – распечатке изображение каждого ледника в каком угодно масштабе, что дает возможность более детального их изучения. Ограничением является лишь разрешение исходного картографического материала. Общепринятым разрешением является отношение количества пикселей на квадратный дюйм. Пиксель - это неделимая точка в графическом изображении; наименьший адресуемый элемент растрового изображения. Пиксель характеризуется прямоугольной формой и размерами, определяющими пространственное разрешение изображения. При переводе картографического изображения в электронный формат (сканирование) оператором в зависимости от верхних пределов целесообразности использования более высокого разрешения данным растром (полученным при сканировании изображением) присвоилось разрешение 400 dpi.

Рассмотрим изменения основных характеристик ледников района, выявленные в результате сравнительного анализа материалов Каталогов 1956 г. и 1990 г.

Изменение количества ледников происходит за счет их полного стаивания и распада крупных ледников на более мелкие. За прошедший период по району в целом преобладал первый процесс. К 1990 г. здесь

полностью растаяли 107 ледников общей площадью 6,2 км² или 51% от их количества в 1956 г. Все 107 растаявших ледников относятся к группе склонов (висячие, каровые, карово-висячие, шлейфовые). В бассейне р. Коксуат, на крайнем восточном фланге хребта, растаяли оба имевшихся там ледника. Все 26 ледников долинного типа остались «живы» и продолжают свое существование. В бассейне р. Тентек четыре ледника распались на двое. В итоге количество ледников в районе сократилось на 103, то есть почти вдвое от 1956 г., и в 1990 г. оно равнялось 105. При этом в первой половине периода (1956-1972 гг.) число ледников по [8] уменьшилось только на 31, зато во второй половине (1972-1990 гг.), отличавшейся резко повышенным температурным фоном, отмеченным всюду в Центрально-Азиатском регионе, число ледников сократилось на 72. В связи с резким уменьшением численности ледников средняя площадь ледника в районе за 34 года возросла с 0,45 до 0,65 км².

Изменение площади оледенения. В связи с более высокой точностью крупномасштабных фотопланов 1990 г. в Каталоге ледников 1956 г. [5] исправлены величины площадей 26 крутосклонных каровых и висячих ледников в сторону увеличения (всего на 4,5 км²), в среднем – на 0,15 км². В результате площадь 208 ледников в 1956 г. была принята равной 92,9 км², то есть на 5% больше, чем в [5].

Сопоставление откорректированных данных Каталога ледников [5] с АФС и картами 1990 г. показало существенное сокращение площади оледенения района (имеется в виду чистая площадь ледников, без морен стадии фернау и современных, которые в работах П.А. Черкасова [5,8 и др.] включались в общую площадь ледников.)

Величина сокращения площади ледников в разных частных бассейнах различная и зависит от характера оледенения. Наибольшие потери площади понесло оледенение бассейна Второго Тентека (на 51,7%), где оно носит дисперсный, рассредоточенный, характер и представлено мелкими ледниками со средней площадью в 1956 г. 0,20 км². Оледенение же Ргайты и Первого Тентека – среднее полудисперсное со средними площадями ледников в 1956 г., соответственно, 0,31 и 0,64 км² и потерями площади льда в 27,5 и 22,4%.

В связи с этим интересен вопрос о величинах сокращения площади ледников разных морфологических типов. Из общей потери площади льда к 1990 г., равной 24,93 км², 16,97 км² (68%) приходится на ледники склонов, 7,48 км² (30%) – на ледники долин и 0,48 км² (2%) – на ледники плос-

ких вершин, занимающие древние денудационные поверхности, поднятые на высокий гипсометрический уровень – 3800-4000 м. Склоновые ледники от своей первоначальной площади в 1956 г. потеряли 42,6%, а долинны ледники – только 14,6%. Очевидно, ледники склонов, имеющие сравнительно небольшие размеры, деградировали втрое быстрее ледников долин.

В процессе деградации некоторые ледники «поменяли» свой морфологический тип. Так, долинный ледник №110 в бассейне р. Арканкирген (Тастау) превратился в котловинный; каровый ледник №53 в бассейне р. Арчалы (Первый Тентек) – в висячий; шлейфовые ледники №63 и №66 в бассейне р. Аттапкан (Второй Тентек) – соответственно, в каровый и висячий.

Средняя скорость сокращения площади ледников района за 34 года составила 0,73 км²/год, и площадь оледенения за это время уменьшилась на 26,8%, или по 0,79%/год. Отметим, что за аналогичный период (1955-1990 гг.) площадь ледников на северном склоне Заилийского Алатау сокращалась с такой же скоростью – по 0,8%/год [2].

Изменение длины и высоты характерных точек ледников. Общая деградация оледенения района проявилась также в уменьшении длины ледников и в увеличении высоты концов ледниковых языков, в основном вследствие их отступания. По ледниковой системе в целом длина ледников с площадью >0,1 км² уменьшилась в среднем на 288 м. Суммарная длина этих ледников за весь период сократилась со 140,7 до 107,0 км, или на 33,7 км, т.е. на 24 % от ее величины в 1956 г.

Ряд крупных ледников долинного типа отступил весьма заметно. Так, ледники №2 (Каврайского) и №3 (Красовского) в бассейне р. Аганакты (Первый Тентек) стали короче на 640-660 м (почти по 20 м/год); ледник №25 (Блока) в бассейне р. Сай-Тентек - на 1,15 км (по 34 м/год); ледник №28 (Короленко) в том же бассейне – на 1,63 км (по 48 м/год). Средняя скорость отступания ледников составила около 10 м/год.

За рассматриваемый период концы ледниковых языков в среднем по району поднялись на 50 м – от 3296 до 3346 м. Наиболее резко втянули свои языки висячие и каровые ледники, многие из которых вообще растаяли. Например, у ледников №30 и №36 в бассейне р. Кызыл-Тентек (Первый Тентек) высоты концов языков увеличились на 210 и 230 м. Средняя же высота высших точек ледников понизилась только на один метр, с 3753 до 3752 м, т.е. сохранилась на прежнем уровне. В соответствии с такими

изменениями абсолютных высот характерных точек ледников (низшей и высшей) уменьшился на 51 м вертикальный диапазон оледенения – с 457 м в 1956 г. до 406 м в 1990 г. Максимальное «сужение» вертикального диапазона оледенения зафиксировано в бассейне р. Кипели (Первый Тентек), где оно составило 147 м.

Важной гляциогидрологической характеристикой горного оледенения служит высота фирновой линии, практически соответствующая уровню границы питания. Результаты расчетов по распределению площади ледников по высотным 100-метровым интервалам позволили определить среднюю для ледников района высоту фирновой линии с помощью наиболее объективного метода Куровского, а также метода Щегловой. За 34 года высота фирновой линии поднялась на 60 м – с 3530 до 3590 м. Соответственно такому повышению границы питания и одновременному отступанию концов ледников, площадь области аккумуляции сократилась на 15,92 км² – с 48,6 до 32,68 км², или на 33%, а площадь области абляции – только на 9,01 км², с 44,3 до 35,29 км², т.е. на 20%. Эти изменения в соотношениях площадей питания и абляции повлекли за собой уменьшение величины ледникового коэффициента с 1,10 до 0,93, а коэффициента ААР (отношения площади зоны аккумуляции ко всей площади ледника) – от 0,52 до 0,48.

Изменение объема ледников и оценка баланса их массы. Сокращение числа, площади и длины ледников, сопровождавшееся понижением уровня поверхности льда, естественно, привело к уменьшению их толщины и объема содержащегося в них льда. Для расчета объемов ледников за «реперные» годы использована формула Н. В. Ерасова, разработанная им для Восточной Джунгарии [4]:

$$V = 0,027 F^{1,5} , \quad (1)$$

где V – объем ледника, км³; F – его площадь, км².

За 34 года относительное уменьшение объема ледников по отдельным бассейнам варьируется в довольно широких пределах – от 13,8 до 100 % (в случаях полного стаивания), составляя в целом по ледниковой системе, как, кстати, и по площади, 26,8 %. Средняя скорость сокращения объема льда за период составила 0,025 км³/год, соответствуя скорости относительного сокращения объема льда по 0,79 % в год.

Исходя из изложенных выше результатов изменения основных гляциологических показателей, можно оценить величину и знак баланса

массы как отдельных ледников, так и ледниковой системы в целом за период между измерениями в «реперные» годы по формуле:

$$B = \frac{(V_2 - V_1) \times \rho}{TF} \times 10^5, \quad (2)$$

где B – баланс массы ледника, г/см²/год; $(V_1 - V_2)$ – изменение объема ледника за расчетный интервал времени, км³; T – расчетный интервал, число лет; ρ – плотность льда, принятая равной 0,9 г/см³.

Рассчитанный по формуле (2) средний годовой удельный баланс массы ледниковой системы Восточной Джунгарии оказался равным минус 28,5 г/см². Иными словами, за 34 года со всей своей площади ледники потеряли около 10 м в слое воды.

Итоговые величины изменения характеристик ледниковой системы за 34 года приведены в табл. 1.

Оценка величины ледникового стока и его роли в общем речном стоке. Средняя высота водосбора р. Тентек составляет 2140 м, а его площадь, замыкаемая гидроствором п. Тункуруз, – 3300 км². Средний за многолетие годовой расход этой реки равен 45,1 м³/с, а норма годового стока – 1422 млн.м³. Характеристики бассейна р. Ргайты на замыкающем створе зим. Ргайты таковы: средняя высота водосбора – 2310 м, площадь водосбора – 1220 км², годовой расход – 9,50 м³/с, норма годового стока – 299 млн.м³.

Первая попытка оценки ледниковой составляющей общего стока Тентека и Ргайты была предпринята П. Ф. Лаврентьевым [6]. Он определил объем ледникового стока (норму) обеих рек в указанных створах в 95,7 млн.м³ при сильно завышенной, почти на 50%, для того времени (1956 г.) площади оледенения – 138,1 км² (вместо 92,9 км²).

Позднее С. В. Гринберг [3] долю ледникового питания р. Тентек определил в 25,5%, или 363 млн.м³ воды, т.е. с завышением в 5-6 раз. Последнее объясняется тем, что автор в ледниковый сток включал сток со всей гляциальной зоны, т.е. с площади, расположенной выше концов ледниковых языков. В гляциогидрологии же под ледниковым стоком, как известно, понимается сток только с площади ледников.

ТАБЛИЦА 1

ДИНАМИКА ОЛЕДЕНЕНИЯ БАССЕЙНОВ РР. ТЕНТЕК И РГАЙТЫ (7 ЧАСТЬ) ЗА 1956-1990 ГГ.

БАССЕЙН	1956 г.			1990 г.			1990–1956 гг.					
	K	F, км ²	V, км ³	K	F, км ²	V, км ³	K		F		V	
							число	%	км ²	%	км ³	%
БАССЕЙН Р. 1-й ТЕНТЕК												
АГНАКТЫ	4	7,8	0,3174	4	6,83	0,2676	0	0	-0,97	-12,4	-0,0498	-15,7
КАЙРАКТЫ	1	0,3	0,0044	1	0,10	0,0009	0	0	-0,20	-66,7	-0,0035	-79,5
ДЖИЛЫСАЙ	2	0,8	0,0166	1	0,48	0,0090	-1	-50,0	-0,32	-40,0	-0,0076	-45,8
САЙ-ТЕНТЕК	38	32,1	1,4113	21	26,92	1,1776	-17	-44,7	-5,18	-16,1	-0,2337	-16,6
КЫЗЫЛ-ТЕНТЕК	23	21,6	0,8095	19	15,15	0,5086	-4	-17,4	-6,45	-29,9	-0,3009	-37,2
АРЧАЛЫ	31	2,2	0,0220	8	0,99	0,0122	-23	-74,2	-1,21	-55,0	-0,0098	-44,5
КИПЕЛИ	4	1,4	0,0240	5	0,89	0,0112	+1	+25,0	-0,51	-36,4	-0,0128	-53,3
ВСЕГО	103	66,2	2,6052	59	51,36	1,9871	-44	-42,7	-14,84	-22,4	-0,6181	-23,7
БАССЕЙН Р. 2-й ТЕНТЕК												
АТТАПКАН	34	7,3	0,1316	15	3,53	0,0528	-19	-55,9	-3,77	-51,6	-0,0788	-59,9
ВЕРХОВЬЯ 2-го ТЕНТЕКА	15	2,6	0,038	7	1,39	0,0195	-8	-53,3	-1,21	-46,5	-0,0185	-48,7
АКТАСТЫ	7	1,5	0,0193	5	0,59	0,0057	-2	-28,6	-0,91	-60,7	-0,0136	-70,5
ВСЕГО	56	11,4	0,1889	27	5,51	0,0780	-29	-51,8	-5,89	-51,7	-0,1109	-58,7
БАССЕЙН Р. ТАСТАУ												
ТАСТАУ ЗАПАДНАЯ	6	0,7	0,0093	1	0,36	0,0058	-5	-83,3	-0,34	-48,6	-0,0035	-37,6
ТАСТАУ ЦЕНТРАЛЬНАЯ	2	0,8	0,0139	2	0,66	0,0108	0	0	-0,14	-17,5	-0,0031	-22,3
ТАСТАУ ВОСТОЧНАЯ	13	2,5	0,055	5	1,88	0,0384	-8	-61,5	-0,62	-24,8	-0,0166	-30,2
АРКАНКИРГЕН	15	8,3	0,2903	7	5,76	0,1861	-8	-53,3	-2,54	-30,6	-0,1042	-35,9
ТАС-КАЧАГАН	11	2,9	0,0615	4	2,44	0,0530	-7	-63,6	-0,46	-15,9	-0,0085	-13,8
КОКСУАТ	2	0,1	0,0001	0	0	0	-2	-100,0	-0,10	-100,0	-0,0001	-100,0
ВСЕГО	49	15,3	0,4301	19	11,1	0,2941	-30	-61,2	-4,20	-27,5	-0,1360	-31,6

БАССЕЙН	1956 г.			1990 г.			1990–1956 г.					
	<i>K</i>	<i>F</i> , км ²	<i>V</i> , км ³	<i>K</i>	<i>F</i> , км ²	<i>V</i> , км ³	<i>K</i>		<i>F</i>		<i>V</i>	
							ЧИСЛО	%	км ²	%	км ³	%
Итого	208	92,9	3,2242	105	67,97	2,3592	-103	-49,5	-24,93	-26,8	-0,8650	-26,8

В 1961-63 гг. экспедиция Сектора географии АН КазССР, в которой принимал участие один из авторов данной статьи, проводила натурные измерения абляции на ледниках Красовского и Каврайского в бассейне р. Аганақты Тентекской [9, 10]. По выявленным связям величины таяния снега и льда с абсолютной высотой и температурой воздуха был рассчитан ледниковый сток для обоих бассейнов. Средний за три года ледниковый сток в бассейне р. Тентек составил 70,4 млн.м³, а в бассейне р. Ргайты – 10,5 млн.м³, что в сумме дает 80,9 млн.м³ воды. Можно полагать, что приведенные цифры дают вполне реальное представление о суммарной абляции и ледниковом стоке района в начале 60-х гг. прошлого столетия.

В начале 80-х гг. изучением водного баланса и водных ресурсов северного склона Джунгарского Алатау занимался Сектор гидрофизики Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР. И. С. Соседов с сотрудниками [7] по ранее разработанной нами методике [1], учитывающей все виды стока с поверхности ледников и морен, рассчитал среднюю многолетнюю величину ледникового стока, которая составила в бассейне р. Тентека 86,1 млн.м³, в бассейне р. Ргайты – 12,3 млн.м³ и в сумме – 98,4 млн.м³ воды. Эти показатели следует считать несколько завышенными, примерно на 12%, т. к. для расчета нормы ледникового стока в [7] взята стокообразующая площадь льда, около 110 км² вместе с моренами, только одного 1956 г. из [5], т.е. без учета сокращения этой площади за счет деградации оледенения в последующие годы.

Для определения среднего многолетнего значения ледникового стока по суммарной абляции мы использовали тесную связь последней со средней летней (июнь-август) температурой воздуха на высоте границы питания (фирновой линии). Формула этой связи получена нами на основе анализа 25-летнего (1967-1991 гг.) ряда массбалансовых измерений на долинном леднике Шумского (бассейн р. Баскан, Северный Центральный хребет Джунгарского Алатау):

$$A = (t_n + \Delta t + 10,6)^3, \quad (3)$$

где A – суммарная абляция, мм; t_n – средняя летняя температура воздуха, °C; Δt – температурный скачок при переходе с неледниковой поверхности на ледниковую, равный минус 1,0 °C.

В качестве базовой взята метеостанция Сарканд, расположенная в долине р. Саркан на высоте 764 м, в 70-80 км к западу от ледников нашего

района. Величина вертикального температурного градиента, установленного по измерениям температуры воздуха на метеостанции Сарканд и метеоплощадке экспедиции 1961 г. (2940 м) [9], принята равной 7,4 °С/км. Средняя за период между АФС 1956 и 1990 гг. высота фирновой линии составила 3560 м. Средняя летняя температура воздуха на этой высоте, с учетом Δt , равнялась минус 0,5 °С. Таким образом, среднее годовое значение суммарной абляции, рассчитанное по формуле (3), оказалось равным 1030 мм. Средняя за 34 года площадь ледников равна, 67 км² в бассейне Тентека, 13 км² – в бассейне Ргайты и 80 км² – в сумме.

Результаты расчетов нормы общего речного и ледникового стока в замыкающих створах обоих бассейнов, с учетом приведенных выше показателей температуры воздуха и площади льда, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Средний многолетний сток бассейнов рек Тентек и Ргайты

Река - пункт	Общий сток				Ледниковый сток				
	F , км ²	Q , м ³ /с	W , 10 ⁶ м ³	h , мм	F_l , км ²	Q_l , м ³ /с	W_l , 10 ⁶ м ³	h_l , мм	W_l/W , %
Тентек - п.Тонкуруз	3300	45,1	1422	431	67	2,19	69,0	1030	4,8
Ргайты - зим. Ргайты	1220	9,5	299	245	13	0,42	13,4	1031	4,5
Итого	4520	54,6	1721	381	80	2,61	82,4	1030	4,8

Примечание: здесь F и F_l – общая площадь водосбора и площадь ледников; Q и Q_l – расход общего и ледникового стока; W и W_l – объем общего и ледникового стока; h и h_l – слой общего и ледникового стока; W_l/W – доля ледникового стока в общем стоке.

Как следует из данных табл. 2, средний многолетний ледниковый сток в обоих бассейнах составил 84,2 млн.м³ и 4,8% от общего речного стока. В период абляции доля ледникового стока в замыкающих створах увеличивается до 10%. Слой ледникового стока, как и его модуль, в 2,8 раза превышает слой стока с неледниковой части бассейнов. Доля ледникового стока, образующаяся за счет таяния сезонного стока, может быть определена из разности слоя суммарной абляции и «чистого» баланса массы льда, т. е. $h_l - B = 1030 - 285 = 745$ мм. Таким образом, ледниковый сток

на 72% (745 мм) обусловлен таянием снега (59,3 млн.м³) и лишь на 28% - таянием глетчерного льда (23,1 млн.м³). Аналогичное соотношение составляющих суммарной абляции было получено при натуральных измерениях таяния снега и льда на ледниках Аганакты Тентекской в 1961-1963 гг. [10]. Эти данные подтверждают существующие представления о ведущей роли сезонных осадков в ледниковом стоке в горах юго-восточного Казахстана.

По результатам различных вариантов определений в более изученном Заилийском Алатау [1, 2] можно полагать, что вероятная ошибка приведенных здесь нормированных величин ледникового стока не выходит за пределы 20 %, что вполне достаточно для водобалансовых расчетов и региональных обобщений.

В последнее десятилетие XX века температура воздуха на северном склоне Джунгарского Алатау заметно повысилась. На метеостанции Сарканд средняя летняя температура за 1991-2001 гг. составила 21,8 °С, т. е. на 0,6 °С выше, чем в предыдущие десятилетия. В соответствии с этим величина суммарной абляции, рассчитываемая по формуле (3), увеличилась на 195 мм – от 1030 до 1225 мм. Тем не менее, в связи с уменьшением площади оледенения, ледниковый сток постепенно сокращается. В первую пентаду 21 века его величина определяется в 70 млн. м³ при площади оледенения уже менее 60 км². К сожалению, выявить долю ледникового стока в общем речном стоке в это время затруднительно, т. к. в середине 90-х гг. гидросты на обеих реках были закрыты.

И последнее. Результаты двух независимых способов расчета времени существования оледенения, по тенденции сокращения площади ледников и по изменению баланса их массы, показывают, что ледники Восточной Джунгарии могут полностью растаять к 2080 году.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Соседов И.С. и др. Опыт оценки ледникового стока рек северного склона Заилийского Алатау // Вестник АН КазССР.- 1973.- №11.- С. 25-31.
2. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы, КазГУ, 2001.- 252 с.
3. Гринберг С.В. Условия формирования и расчет максимального стока рек северного склона Джунгарского Ала-Тау.- Алма-Ата: Казгосиздат, 1963.- 156 с.
4. Ерасов Н.В. Объем льда в ледниках северного склона Джунгарского Алатау и метод его подсчета // Гидрологический режим ледников.

- Гляциол. исслед. в Казахстане.- Вып. 7.- Алма-Ата: Изд-во “Наука”, 1968.- С. 146-151.
5. Каталог ледников СССР. Т. 13. Вып. 2. Бассейн оз.Балхаш. Часть 7. Реки Тентек, Ргайты. – Л.: Гидрометеоздат, 1969.- 82 с.
 6. Лаврентьев П.Ф. Влияние оледенения на основные характеристики речного стока на примере рек северного склона Джунгарского Алатау // Матер. гляциол. исслед. Вып. 9. М., 1964.- С.116-121.
 7. Соседов И.С. и др. Водный баланс и водные ресурсы северного склона Джунгарского Алатау. Алма-Ата, Изд-во “Наука”, 1984.- 150 с.
 8. Черкасов П.А. Расчет составляющих водно-ледового баланса внутриконтинентальной ледниковой системы.- Алматы: Изд-во “Канагат”, 2004.- 334 с.
 9. Черкасов П.А., Зенкова В.А. Абляция ледников бассейна реки Аганакты Тентекской в хребте Джунгарский Алатау // Гляциол. исслед. в Казахстане.- Вып. VI.- Алма-Ата: Изд-во “Наука”, 1966, с. 50-68.
 10. Черкасов П.А., Чехонадская В.А. Сток с ледников и его роль в питании рек Тентек и Ргайты хребта Джунгарский Алатау // Гидрол. режим ледников. Гляциол. исслед. в Казахстане. Вып. 7, Алма-Ата, Наука, 1968.- С. 138-145.

Казахский государственный университет им. аль-Фараби

**ЖОҰААР АЛАТАУЫНДАҒЫ ТЕНТЕК Ж...НЕ ЫРҒАЙТЫ
‡ЗЕНДЕРІНІҰ АЛАБЫНДАҒЫ СЕҰГІР МҰЗДАР Ж...НЕ СЕҰГІР
МҰЗДЫ АҒЫНДАР**

Геогр. Жылым докторы

Е.Н. Вилесов

В.И. Морозова

Тентек ж.,не ЫрҒайты †зендерініҰ алабындаҒы сеҰгiр мұздар каталогыныҰ м.,ліметтері бойынша 1956 ж.,не 1990 жж. салыстыру негізінде, 34 жыл ішінде олардыҰ жысҗарылуы туралы м.,ліметтерге талдау жасалынады, сонымен бірге сеҰгiр мұз алыны ж.,не жалпы †зен алынындаҒы оныҰ рҒлі баҒаланады.