

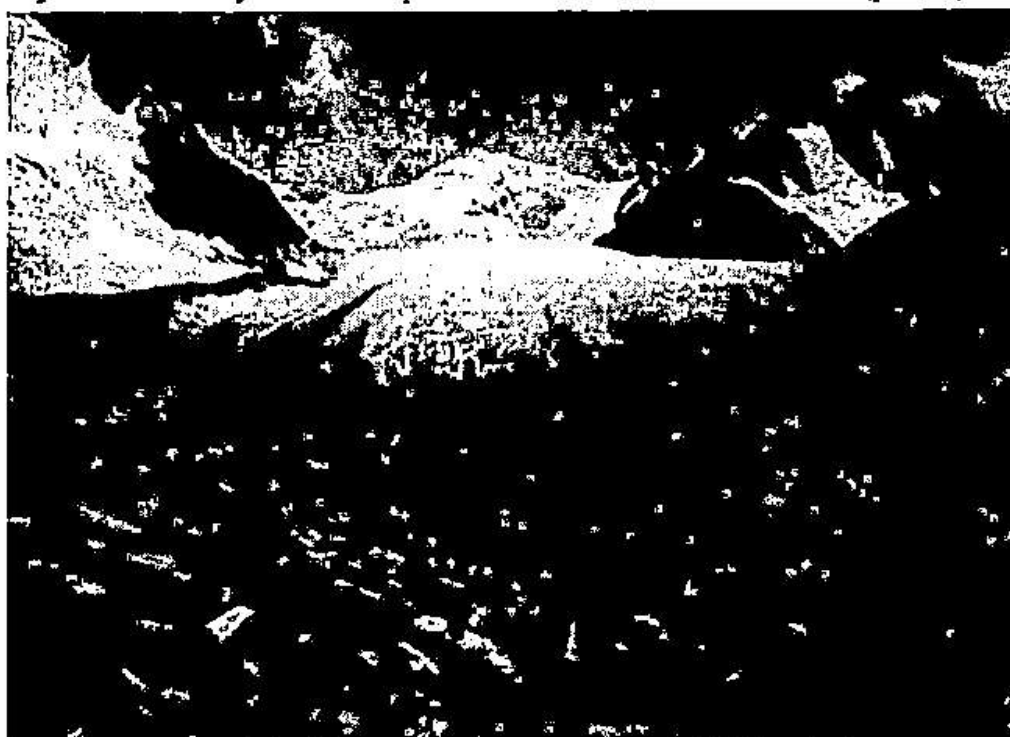
УДК 551.324.6:551.583

**БАЛАНС МАССЫ ЛЕДНИКА ТУЮКСУ В ПОСЛЕДНЕЕ  
ДЕСЯТИЛЕТИЕ 20 ВЕКА**

Доктор геогр. наук      Е.Н. Вилесов

*На основе ежегодных натурных наблюдений рассматриваются и анализируются основные показатели режима и баланса массы ледника Туюксу за 1991...2001 гг.*

Ледник Туюксу, залегающий в верховьях р. Малой Алматинки на северном склоне Заилийского Алатау ( $43^{\circ}00'$  с.ш. и  $77^{\circ}06'$  в.д.) со времени Международного геофизического года (МГГ, 1957...1959) находится под пристальным вниманием казахстанских гляциологов и ныне входит в первую десятку наиболее изученных горных ледников нашей планеты (рис. 1).



*Рис. 1. Ледник Туюксу в августе 2002 г. (фото автора).*

Известно, что главной характеристикой состояния любого ледника является его баланс массы, т.е. соотношение прихода и расхода массы снега и льда за определенное время. До 1990 г. полевые измерения составляющих баланса массы (годовой аккумуляции и годовой абляции) на леднике Туюксу проводились в, так называемой, системе фиксированных дат, исходящей из регулярных наблюдений за полем рек при стационарных работах, про-

водимых в установленные сроки. Данные по балансу массы ледника Туюксу за 1957...1990 гг., полученные именно таким способом, приведены в многочисленных статьях и в нашей последней монографии [1].

Начиная с 1991 г., согласно унифицированным требованиям Всемирной службы мониторинга ледников, гляциологи Института географии МОН РК (сначала К.Г. Макаревич, а затем П.А. Черкасов) при производстве массбалансовых измерений перешли к новой – стратиграфической системе. Эта система предусматривает получение необходимых данных путем измерений в шурфах при полустационарных исследованиях, причем основным маркирующим горизонтом служит летняя поверхность предыдущего года. В этом случае нарастание массы от летней поверхности до максимума снегонакопления в конце зимы представляет собой зимний баланс массы –  $b_w$ , а уменьшение массы от максимума снеготопления до конца таяния, когда формируется новая летняя поверхность, – летний баланс массы –  $b_s$ . Алгебраическая сумма зимнего и летнего балансов (с учётом внутреннего питания за счет инфильтрационного льдообразования) дает годовой баланс массы  $b_n = b_w + b_s$ .

Данные по режиму и балансу массы ледника Туюксу после 1990 г. в терминах и понятиях стратиграфической системы приведены в продолжающемся многотомном издании «Fluctuations of Glaciers» [2], в «Glaciers Mass Balance Bulletin» [3,4] и в самой «свежей» сводке М. Дюргерова [5]. В этих же терминах, по материалам [2-5], даны величины баланса массы ледника за 1991...2001 гг. в табл. 1. В ней также представлены сведения об изменении площади ледника  $F$ , высоты снеговой линии  $ELA$  и величины годовой абляции  $A_t$ , соответствующей ледниковому стоку. Кроме этого в таблице приведены значения средней летней температуры воздуха за май...сентябрь  $T_s$  на средней взвешенной высоте ледника, соответствующей многолетней высоте снеговой линии за последние десятилетия (3800 м).

Отметим, что рассматриваемый период отличался существенно повышенным температурным фоном в гляциальной зоне: средняя температура воздуха за май-сентябрь на высоте 3800 м составила - 0,1 °С против - 0,6 °С за 1960...1990 гг. Средняя температура за эти месяцы за 5 последних лет (1997...2001) вообще была положительной (0,4 °С). Этот фактор способствовал довольно высокому положению снеговой линии – на 30 м выше, чем в 1957...1990 гг. Летом 1997 г. она гипсометрически располагалась выше высшей точки ледника (пик Погребецкого – 4219 м), т.е., по сути, снеговая линия «ушла в тропосферу». За весь период измерений такое случалось



лишь однажды - в 1978 г. Правда, в 1993 г., самом благоприятном для жизни ледника, снеговая линия опустилась довольно низко (до 3630 м), обусловив очень высокий положительный баланс (602 мм). Однако это был лишь эпизод: остальные 10 лет периода характеризовались отрицательным балансом, среднее значение которого составило - 447 мм.

Таблица

Режим и баланс массы ледника Туюксу за 1991...2001 гг.

Балансовый год	$F$ , км <sup>2</sup>	$ELA$ , м	$b_w$ , мм	$b_s$ , мм	$b_n$		$A_t$		$T_w$ , °C
					мм	$\cdot 10^6$ м <sup>3</sup>	мм	$\cdot 10^6$ м <sup>3</sup>	
1990/91	2,72	3950	270	-1370	-1100	-2,992	1730	4,706	-0,1
1991/92	2,68	3800	550	-790	-240	-0,643	1050	2,814	-1,3
1992/93	2,68	3630	585	17	602	1,613	580	1,554	-0,8
1993/94	2,67	3790	570	-1013	-443	-1,183	1470	3,925	-0,1
1994/95	2,66	3870	279	-866	-587	-1,561	1560	4,150	0,1
1995/96	2,66	3850			-456	-1,213	1422	3,782	-0,6
1996/97	2,64	4220			-1467	-3,873	2149	5,673	0,6
1997/98	2,64	3780			-359	-0,948	1352	3,569	0,1
1998/99	2,64	3785	470	-688	-218	-0,576	1342	3,543	0,4
1999/00	2,63	3765	787	-884	-97	-0,255	1557	4,095	0,7
2000/01	2,54	3820	644	-1199	-555	-1,410	1855	4,712	0,2
Среднее		3842			-447	-1,186	1461	3,866	-0,1

В предыдущем 34-летию его средняя величина равнялась - 374 мм, т.е. на 73 мм (или на 16 %) меньше (по модулю). Ежегодно ледник терял в среднем по 1,19 млн. м<sup>3</sup> воды, или примерно по 1 % от своей массы 1990 г., оцененной в 0,12 км<sup>3</sup>. За 11 лет ледник безвозвратно потерял более 13 млн. м<sup>3</sup>, что составляет около 5 м в слое воды, распространенном на всю поверхность ледника. Если же эти потери отнести только к области абляции, то они увеличатся почти вдвое – до 10 м.

Такая убыль массы не могла не сказаться на площадных и линейных размерах ледника. За 11 лет его площадь уменьшилась на 0,18 км<sup>2</sup>. Он ежегодно отступал со средней скоростью порядка 10 м/год, и его длина сократилась на 110 м – с 2,95 до 2,84 км. Конец языка поднялся на 22 м – с 3414 до 3436 м.

В целом приведенные здесь данные по режиму ледника Туюксу за последнее десятилетие вполне убедительно отражают устойчивую тенденцию продолжающейся уже многие годы его деградации. Об этом свиде-

тельствует и динамика кумулятивного баланса массы ледника за 1957...2001 гг. (рис.2).

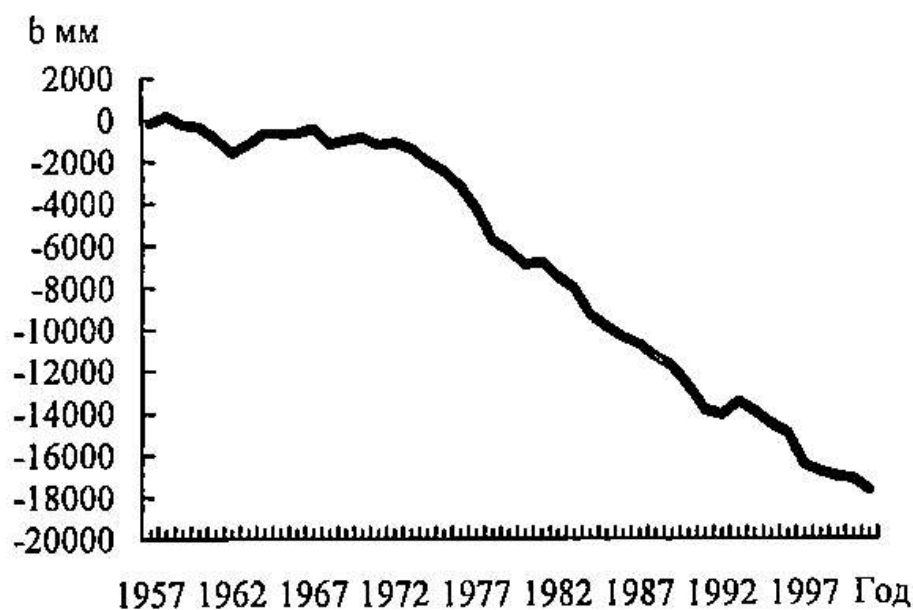


Рис. 2. Динамика кумулятивного баланса массы ледника Туюксу.

Можно уверенно полагать, что такая тенденция сохранится и в ближайшие десятилетия.

Что же касается годовой абляции  $A$ , поступившей в речной сток, то её величина изменялась от 580 мм в 1993 г. до 2149 мм в 1997 г., составив в среднем за период 1461 мм, или 3,866 млн. м<sup>3</sup> воды. Всего за 11 лет в сток р. Малой Алматинки за счёт таяния снега и льда на леднике Туюксу поступило 42,5 млн. м<sup>3</sup> воды. Заметим, что величина годового ледникового стока за последние 30 лет сократилась с 4,880 до 3,866 млн. м<sup>3</sup>, или на 20 %. Очевидно, это сокращение обусловлено адекватным, тоже на 20 %, уменьшением площади ледника. При этом на долю стока за счёт таяния сезонного снега, компенсируемого выпадающими атмосферными осадками, приходится около 70 %, а на долю стока за счёт таяния вековых запасов льда, т.е. его безвозвратной убыли, - чуть более 30 % ледникового стока.

В заключение автор считает необходимым ещё раз подчеркнуть важность сохранения гляциологического стационара на леднике Туюксу, обеспечивающего продолжение самого длинного (теперь уже - 45-летнего) ряда массбалансовых ледниковых измерений в Казахстане, СНГ и Азии и гарантированное качество научной информации, посылаемой во Всемирную службу мониторинга ледников.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Запальского Алатау в XX веке. – Алматы: Казак Университеті, 2001. – 252 с.
2. Fluctuations of Glaciers 1990-1995. Vol. V11. Zürich: World Glacier Monitoring Service. IAHS-UNEP-UNESCO, 1998. – 296 p.
3. Glacier Mass Balance Bulletin, № 5 (1996-1997). Zürich: IAHS-UNEP-UNESCO, 1999. – 96 p.
4. Glacier Mass Balance Bulletin, № 6 (1998-1999). Zürich: IAHS-UNEP-UNESCO, 2000. – 96 p.
5. Dyurgerov M. Glacier Mass Balance and Regime: Data of Measurements and Analysis. – INSTAAR, University of Colorado, Boulder, OP-55, 2002.- 88 p.

Казакский национальный университет им. аль-Фараби

### **ТҮЙЫҚСУ МҮЗДЫҒЫНДА ХХ ҒАСЫРДЫҢ СОҒҒЫ ОН ЖЫЛДЫҒЫНДА МҮЗ МАССАСЫ БАЛАНСЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІ**

Геогр. ғылымд. докторы Е.Н. Вилесов

*Түйықсу мұздығының режимі мен балансы 1991 – 2001 жылдары арасындағы күнделікті, нақтылы қадағалау көрсеткіштерінің нәтижесі талдауға алынған.*