

**Двадцатая международная конференция  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ  
ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»**

(Физические основы, методы и технологии мониторинга  
окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)

**ИКИ РАН 14-18 ноября 2022 г.**

**Коновалов В.Г.**

**Институт географии РАН, Москва**

Расчеты и прогноз стока в горно-ледниковых речных бассейнах

**Моделирование, расчет и прогноз многолетнего гидрологического режима совокупностей ледников в крупных речных бассейнах имеет очевидную прикладную направленность и значимость. В докладе представлены новые результаты, полученные автором, при разработке и решении данной проблемы. Информационной основой для гидрологических и гляциологических расчетов, служили: 1. Многолетние измерения стока [Bodo; EauFrance; Federal Office for the Environment FOEN] на гидропостах в бассейнов рек Евразии (Катунь, Баксан), Северной Америки (Юкон, Маккензи, Лиард), Центральной Европы (Рона, Инн), Азии (Пяндж, Вахш, Зеравшан, Нарын, Гунт, Сох); 2. Данные мониторинга параметров оледенения в бассейне р. Рона за 1971-2016 гг. [Fischer, Huss, Barboux, and Hoelzle, 2014; Fluctuations of Glaciers Database, 2017; Paul et al, 2020]. 3. Многолетние измерения осадков и температуры воздуха на метеорологических станциях, расположенных на территории Швейцарии [Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss], Памира и Тянь-Шаня [Williams and Konovalov, 2008].**

Региональное исследование колебаний индекса ледникового питания  $\delta$  [Шульц, 1965] во времени  $t$  выполнено по многолетним ежегодным измерениям стока в бассейнах рек Евразии, Северной Америки, Центральной Европы, Азии. Индекс  $\delta$  равен отношению между объемами стока  $W$  либо средними расходами воды  $Q$  за периоды июль-сентябрь (VII-IX) и март-июнь (III-VI). Считается, что объем  $W$ (VII-IX) обусловлен преобладанием ледникового питания реки, а объем  $W$ (III-VI) – снегового. Результаты расчетов индекса  $\delta$  приведены в Таблице 1. Используются данные [Bodo; Fluctuations of Glaciers Database, 2017; RGI Consortium, 2017; Paul et al, 2020].

Условные обозначения. Регионы: 1 – Евразия, 2 – Центральная Азия, 3 – Северная Америка, 4 – Центральная Европа;  $F_b$  - площадь бассейна км<sup>2</sup>;  $F_{gl}/F_b$  – относительная площадь оледенения  $F_{gl}$  в %;  $Q_{year}$  – средний годовой расход воды в м<sup>3</sup>/сек;  $N_k$  - число лет наблюдений;  $\delta_{mp}$  - среднее значение параметра  $\delta$ ;  $\delta_{gr}$  - градиент уравнения линейного тренда  $\delta=\delta(t)$ ;  $Q_{7-9}$  и  $Q_{3-6}$  – соответственно, средние многолетние расходы в м<sup>3</sup>/сек за периоды июль-сентябрь и март-июнь.

В итоге анализа зависимости  $\delta=\delta(t)$  установлены важные региональные выводы относительно динамики и последствий изменения составляющих речного стока. Так, градиент уравнения линейного тренда для индекса  $\delta$  во всех рассмотренных речных бассейнах имеет отрицательное значение, что указывает на сокращение ледниково-снегового питания, точнее только его ледниковой составляющей. Несмотря на это, годовой сток уменьшился только в трех бассейнах, а в остальных наблюдалось увеличение  $Q_{year}$ , вследствие роста  $Q_{3-6}$ , который перекрывал уменьшение  $Q_{7-9}$ .

**Таблица 1. Региональные характеристики оледенения и стока в речных бассейнах**

Регион; Река	$F_b$	$F_{gt}/F_b$	$Q_{year}$	Годы наблюдений	Nk	Градиент линейного тренда $y=f(t)$				
						$\delta_{mn}$	$\delta_{gr}$	$Q_{7-9}$	$Q_{3-6}$	$Q_{year}$
1; Катунь	58400	0,90	611,6	1936-2000	65	0,96	0,0	-1,04	-0,95	-0,71
1; Баксан	2100	6,67	34,2	1931-2007	77	2,50	-0,007	-0,01	0,09	0,04
2; Пяндж	113000	6,10	1082,3	1932-2009	78	1,56	-0,001	1,49	1,84	1,42
2; Вахш	29500	12,30	619,4	1935-2010	76	1,88	-0,007	-0,45	2,08	0,43
2; Зеравшан	10200	5,47	161,2	1914-2009	96	2,35	-0,008	0,34	0,52	0,31
2; Нарын	10500	11,90	91,2	1933-2008	76	1,85	-0,001	0,42	0,28	0,24
2; Гунт	13700	3,22	106,8	1940-2005	66	2,60	-0,009	-0,04	0,30	0,11
2; Сох	2480	9,72	44,1	1933-2009	77	3,43	-0,004	0,36	0,14	0,14
3; Юкон	831390	2,59	6425,9	1957-2017	61	1,69	-0,001	5,25	7,95	16,03
	293265		2391,6	1951-2002	52	1,55	-0,003	4,58	6,63	6,09
3; Маккензи	1680000	0,09	9052,5	1943-2016	74	1,41	-0,003	5,63	26,97	14,04
	1570000	0,10	6784,5	1959-2000	42	1,40	-0,005	-8,64	21,57	7,87
3; Лиард	222000	0,35	1910,7	1960-2000	41	1,39	-0,004	-7,92	19,66	7,81
4; Рона	96359	0,82	1697,6	1920-2014	95	0,50	0,0	-2,70	-1,76	-0,27
	5089	14,05	180,2	1905-2019	115	1,12	-0,005	-1,00	0,15	0,003
4; Инн	25665	1,58	737,6	1930-1984	55	0,87	-0,003	-0,02	0,01	-0,02
	11983		353,9	1827-1930	104	1,05	-0,001	-0,12	0,33	0,05

Изменение в течение 1905-2054 гг. средних многолетних объемов речного стока р. Рона за календарный год  $W_{I-XII}$ , вегетационный период (апрель-сентябрь)  $W_{veg}$  и отношения  $\delta$  иллюстрируют данные в табл. 2. Ожидаемые величины  $\delta$ ,  $W_{veg}$ ,  $W_{I-XII}$  для 2025-2054 гг. рассчитаны по линейным уравнениям  $\delta=\delta(T)$ ,  $R^2=0.96$ ;  $W_{veg}=f(\delta)$ ,  $R^2=0.98$ ;  $W_{I-XII}=f(\delta)$ ,  $R^2=0.94$ , полученным за 1905-2024 гг. Здесь и далее  $R^2$  – коэффициент детерминации.

Таблица 2. Средние значения  $\delta$  и составляющих стока р. Рона в 1905-2054 гг.

Переменная	Интервалы лет				
	1905-1934	1935-1964	1965-1994	1995-2024	2025-2054
$\delta$	1,44	1,34	1,08	0,97	0,80
$W_{veg}$ , км <sup>3</sup>	4,488	4,400	3,862	3,793	3,498
$W_{I-XII}$ , км <sup>3</sup>	5,553	5,665	5,757	5,809	5,932

Таким образом, индекс  $\delta$  для верховья р. Рона оказался не только репрезентативной характеристикой изменения составляющих стока реки  $W_{veg}$ ,  $W_{I-XII}$ , но и вполне пригодным аргументом для долгосрочного прогноза этих переменных.

Региональный расчет и прогноз ледникового стока. Как показано в работе [Коновалов, 2021] годовой объем  $W_{gl1}$  таяния на площади оледенения  $F_{gl}$  в первом приближении можно принять равным произведению  $F_{gl}$  и годового слоя абляции  $Ab(Z_{mean})$  на средней высоте  $Z_{mean}=(Z_{end}+Z_{beg})\times 0.5$ .

$$W_{gl1}=Ab(Z_{mean})F_{gl} \quad (1)$$

где  $Ab$  – годовой слой абляции (таяния) в мм на высоте  $Z_{mean}$  как функция характерной температуры воздуха  $\theta=\theta(Z)$  на высоте  $Z_{mean}$ . Здесь  $Z_{end}$ ,  $Z_{beg}$  – соответственно высоты конца и начала распределения  $F_{gl}=F_{gl}(Z)$ .

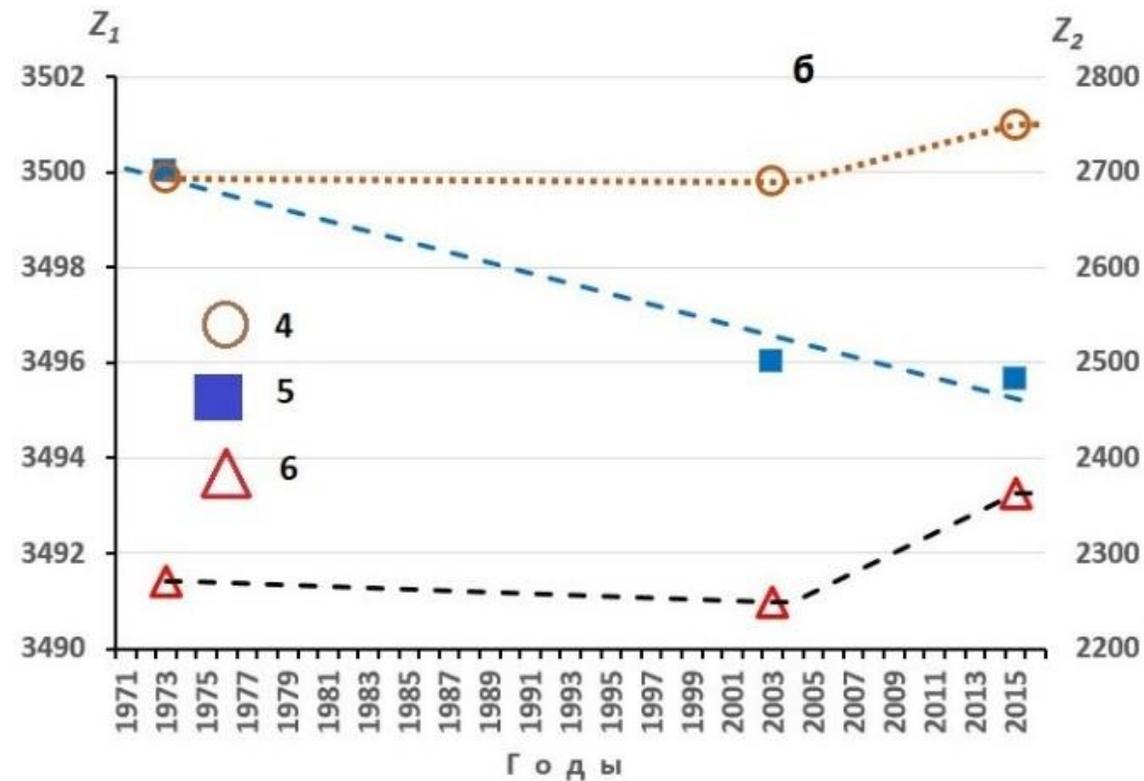
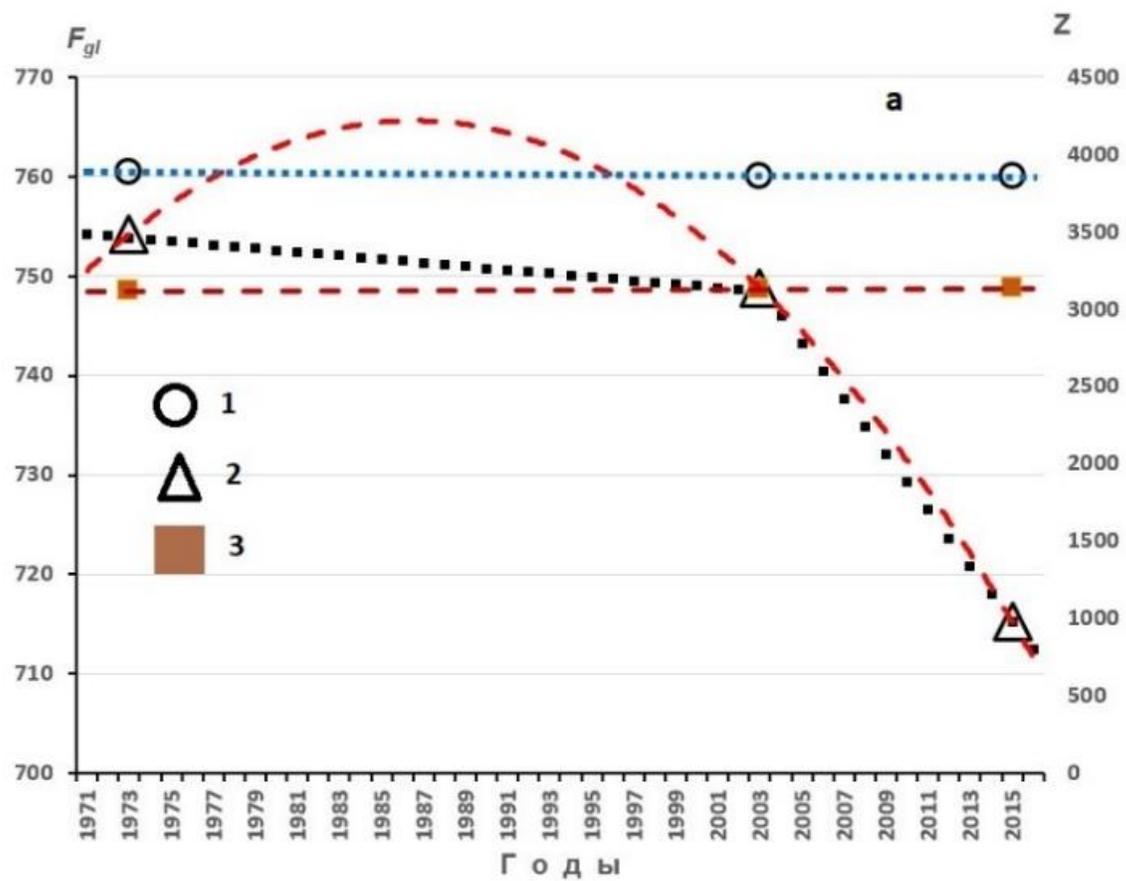
Необходимо также выполнение условия линейного изменения  $Ab=Ab(Z)$  и постоянства либо учета временных колебаний параметров  $Z_{end}$ ,  $Z_{beg}$ .

Распространенным [Кренке, 1982; Коновалов, 1985; Носк, 1999; Коновалов, Пиманкина, 2016; Коновалов, 2021] методом определения слоя  $Ab=Ab(Z)$  служат эмпирические уравнения  $Ab=f(\theta)$ . Удобной для региональных расчетов годовой абляции  $Ab=f(\theta)$  является формула (2), предложенная в работе [Кренке, 1982]:

$$Ab=1,33(\theta_s+9,66)^{2,85} \quad , \quad (2)$$

где  $Ab$  – удельная абляция (таяние + испарение) в мм,  $\theta_s$  – средняя летняя температура воздуха в град. °С. Ввиду крайне незначительного вклада слоя испарения в величине  $Ab$ , формула (2) наиболее пригодна для определения слоя таяния  $M$  поверхности ледника. Поэтому далее в качестве оценок  $M$  будем считать результаты расчета, полученные по формуле (2).

Согласно разработанного автором метода, прогноз ежегодных объемов  $W_{gl1}$  проводится в два этапа. На первом, выполняется реконструкция с годичным разрешением временных рядов  $F_{gl}$ ,  $Z_{end}$ ,  $Z_{beg}$ ,  $Z_{mean}$  по ограниченным данным регионального мониторинга оледенения. Далее приведен пример численного описания и анализа ежегодной реконструированной динамики параметров оледенения в верховье р. Рона (гидропост Порт-дю-Се) на основе исходных данных, опубликованных в [Fluctuations of Glaciers Database, 2017; RGI Consortium, 2017; Paul et al, 2020]. Многолетнее региональное изменение в 1971-2015 гг. величины  $F_{gl}$  и взвешенных по площади параметров ледников:  $Z_{end}$ ,  $Z_{beg}$ ,  $Z_{mean}$ ,  $Z_{abl}=(Z_{end}+Z_{mean})\times 0.5$  – высота области абляции,  $Z_{ac}=(Z_{mean}+Z_{beg})\times 0.5$  – высота области аккумуляции иллюстрирует рис. 1.



**Рис. 1. Изменение параметров оледенения в верховье р. Рона (штриховые линии) по подобранным уравнениям.**

**а. 1–  $Z_{beg}$  (высота начала ледника), 2 –  $F_{gl}$ , 3 –  $Z_{mean}$  (средняя высота). Левая ось ординат – площадь  $F_{gl}$  в км<sup>2</sup>, правая высоты  $Z$  в м над уровнем моря.**

**б. 4 –  $Z_{abl}$ , 5 –  $Z_{acc}$ , 6 –  $Z_{end}$  (соответственно, высоты области абляции, аккумуляции и конца ледника). Левая ось ординат  $Z_1$  – относится к  $Z_{acc}$ , правая  $Z_2$  – к  $Z_{abl}$  и  $Z_{end}$ .  $Z_1$ ,  $Z_2$  в м над уровнем моря.**

Аналогичные графики и результаты реконструкции ежегодных значений  $F_{gl}$ ,  $Z_{end}$ ,  $Z_{abl}$ ,  $Z_{beg}$ ,  $Z_{mean}$ ,  $Z_{ac}$  получены после обработки ограниченных данных мониторинга состояния ледников в бассейнах притоков р. Терек (Северный Кавказ) и р. Западная Кызылсу (Памир).

Эти результаты служат ключевой входной информацией для регионального расчета таких характеристик, зависящих от высоты  $Z$ , как:  $A_b$  – удельная абляция/таяние льда, фирна и снега; осадки, температура воздуха и упругость водяного пара в воздухе.

На втором этапе выполняется расчет и прогноз временного ряда температуры воздуха  $T_{6-8}$  ( $Z_{mean}$ ), которая служит аргументом для определения слоя абляции на площади оледенения  $F_{gl}$ . По исходным данным, перечисленным в таблице 3, были получены ежегодные вертикальные профили температуры воздуха апреля  $T_4=T_4(Z)$ , июня-августа  $T_{6-8}=T_{6-8}(Z)$  и формулы для расчета  $T_{6-8}$  как функции  $T_4$  с коэффициентом детерминации более 0,90. Таким образом, в региональном масштабе впервые установлено, что температура воздуха апреля  $T_4$  обеспечивает с месячной заблаговременностью прогноз  $T_{6-8}$  и соответственно прогноз слоя годовой абляции на высоте  $Z_{mean}$ . При этом региональный расчет  $T_{6-8}(Z)$  в  $k$ -е годы выполняется по формуле (3):

$$T_{6-8}(Z) = -\alpha_0(k) + \beta_0(k), \quad (3)$$

где  $Z$  – высота над уровнем моря,  $\alpha_0$ ,  $\beta_0$  – эмпирические параметры, имеющие многолетний ход. Изменение вертикального профиля  $T_{6-8}(Z)$  в результате известного явления «скачка температуры воздуха»  $\mu T_{6-8}$  при переходе с грунтовой поверхности на ледниковую учтено в бассейнах рек Западная Кызылсу (Памир) и Рона (Альпы) по региональной эмпирической формуле (4), полученной в работе [Ходаков, 1978].

$$\text{Log } \mu T_{6-8} = 0,28 \cdot F_{gl} - 0,07 \quad (4)$$

**Таблица 3. Региональные характеристики средней температуры воздуха Т4 и Т6-8**

Регион	Швейцария	Австрия	Памир	Сев. Кавказ	Тянь-Шань	
Годы	1971–2016	1971–2016	1966–2005	1946–2005	1960-1992	
$N_{mst}$	19	9	20	6	18	
$Z_{mst}$ , м (интервал)	273–3580	280–3105	329–4169	702–2927	760–3639	
$Z_{mst}$ , м (среднее)	941	938	2244	1645	1868	
<i>Long, east</i>	6,13° –10,98°	9,61° – 5,91°	67,61° –73,91°	41,73° –46,25°	69,52°–78,48°	
<i>Lat, north</i>	46,00° –48,45°	46,83° –48,62°	36,73° –39,73°	42,37° –43,73°	39,83°–42,85°	
$\Upsilon$ град °С км <sup>-1</sup>	-6,44 – -6,18	-6,10 – -5,85	-6,44 – -5,96	-5,23 – -5,22	-7,50 – -6,64	
$T_4$ °С	$T(Z_{mst})$	6,4	5,8	6,7	4,8	6,3
	$S$	0,71	1,82	2,00	1,97	0,39
	$S/\sigma$	0,13	0,32	0,30	0,46	0,32
$T_{6-8}$ °С	$T(Z_{mst})$	15,5	15,1	17,3	14,1	16,3
	$S$	0,81	1,31	2,12	1,20	0,18
	$S/\sigma$	0,16	0,24	0,31	0,30	0,24

Обозначения:  $N_{mst}$  – число метеостанций;  $Z$  – высота над уровнем моря;  $Long$  и  $Lat$  – географические координаты (долгота и широта);  $\Upsilon$  град °С км<sup>-1</sup> - вертикальный градиент температуры воздуха в регионе; Для всех переменных, где значения разделены знаком тире слева от тире приведены минимальные величины, а справа – максимальные;  $T_4(Z)$ ,  $T_{6-8}(Z)$  – соответственно, однофакторные зависимости температуры воздуха апреля и июня-августа от высоты местности  $Z$ ;  $S$  – среднеквадратичная ошибка расчета  $T$ ;  $S/\sigma$  – критерий качества расчетной формулы.

Многолетнее изменение прогнозируемых величин  $Ab^*(Zfg)$  и ошибки прогнозов относительно  $Ab(Zfg)$ , в качестве иллюстрации решения поставленной проблемы, представлено на рис. 2.

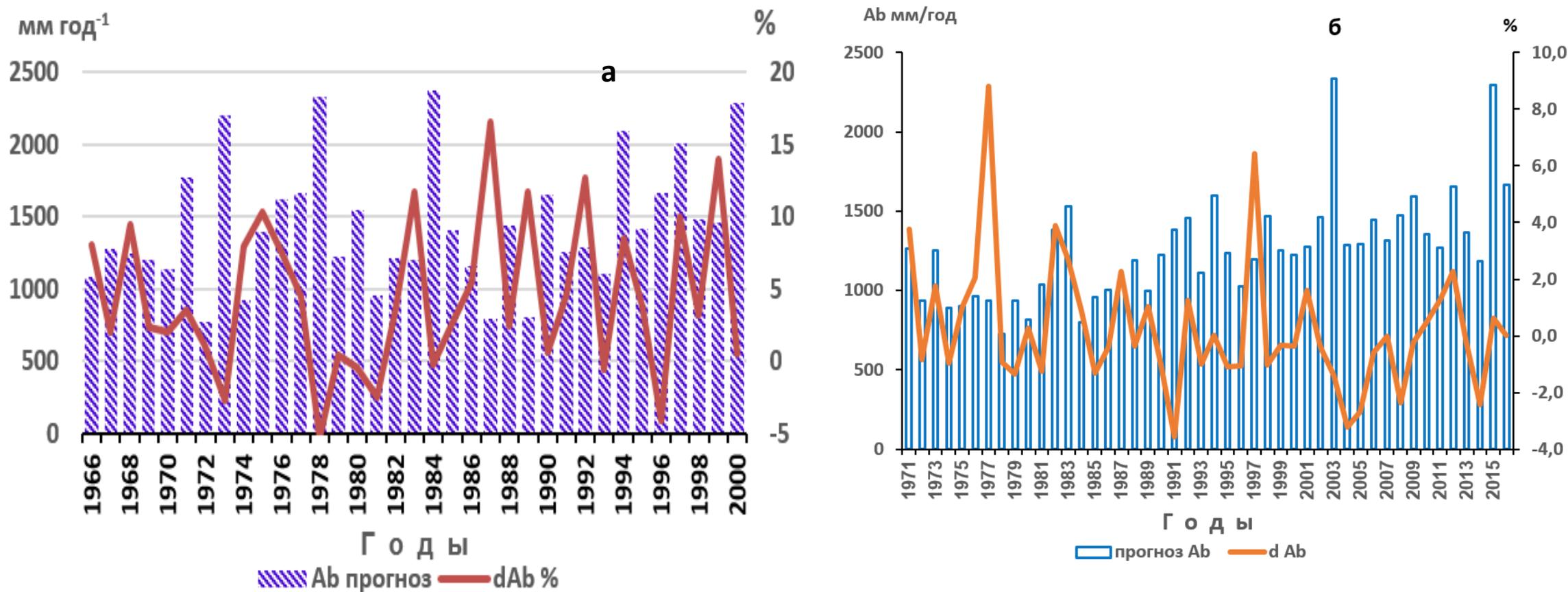


Рис. 2 Прогноз удельной абляции  $Ab(t)$  на высоте  $Z_{mean}=Zfg$  и относительная разность  $dAb(t)$  между  $Ab(Zfg)$  и  $Ab^*(Zfg)$ . а) в бассейне р. Западная Кызылсу, б) в бассейне р. Рона.

Дополнительные характеристики к результатам прогноза  $Ab$  содержатся в табл.4.

Таблица 4. Результаты расчета и прогноза годовой абляции на высоте $Z_{fg}=Z_{mean}$			
Бассейн	р. Западная <u>Кызылсу</u> (Памир)		р. Рона (Альпы)
Годы	1966–2000		1971–2016
$F_{gl}$ км <sup>2</sup>	641,3–551,1		754,2–712,5
$Z_{fg}$ м н.у.м (интервал)	4640–4687		3114–3135
$Z_{fg}$ м н.у.м (среднее)	4670		3125
$T_4$ , °C	$T_{mean}(Z_{fg})$	-7,8	-7,6
	$\sigma$	1,7	1,7
$T_{6-8}$ , °C	$T_{mean}(Z_{fg})$	2,6	2,0
	$\sigma$	1,2	1,0
$T^*_{6-8}$ , °C	$T_{mean}(Z_{fg})$	2,8	2,0
	$\sigma$	1,2	1,0
$Ab(Z_{fg})$ , мм	1442		1487
	S	88	44
	S/ $\sigma$	0,2	0,12
$Ab^*(Z_{fg})$ , мм	1498		1489
	S	86	43
	S/ $\sigma$	0,20	0,12
$\Delta Ab_0$ , %	5		1,6

Обозначения:  $F_{gl}$  – площадь оледенения;  $Z_{fg}$  – средняя взвешенная высота фирновой границы равна  $Z_{mean}$ . В обоих случаях, значение до тире – относится к началу временного интервала в столбце «годы», после тире – к концу интервала;  $T$  и  $\sigma$  – средняя температура воздуха  $T$  за апрель (4) либо июнь-август (6-8) и среднеквадратичное отклонение  $T$  за соответствующий интервал лет;  $Ab(Z_{fg})$  и  $Ab^*(Z_{fg})$  – соответственно годовая абляция  $Ab$  в мм на высоте  $Z_{fg}$ , рассчитанная по формуле (2), на основе ежегодного вертикального профиля  $T=T(Z)$ ;  $Ab^*(Z_{fg})$  – результат прогноза  $Ab$ , когда средняя летняя температура воздуха определена по зависимости  $T_{6-8}=f(T_4)$ ;  $Ab$  – среднее значение абляции за указанный интервал лет;  $S$  - среднеквадратичная ошибка расчета;  $S/\sigma$  – принятый в гидропрогнозах критерий качества расчетной связи (отношение среднеквадратичной ошибки функции к стандартному отклонению аргумента);  $\Delta Ab_0$  – средняя абсолютная разность между  $Ab(Z_{fg})$  и  $Ab^*(Z_{fg})$  в %.

**Заключение.** Представлены методы и примеры регионального расчета и прогноза ледникового питания в горно-ледниковых речных бассейнах. В результате: а) Установлены устойчивые региональные зависимости с высокими коэффициентами детерминации между многолетним изменением средней месячной температуры июня-августа  $T_{6-8}$  и апреля  $T_4$ . б) Впервые разработан и проверен метод регионального предсказания годовой абляции  $Ab$  на высоте фирновой границы  $Z_{fg}=Z_{mean}$  как функции прогнозируемой средней летней температуры воздуха  $T_{6-8}$ . Для определения  $T_{6-8}$  в начале мая установлены региональные зависимости  $T_{6-8}=f(T_4)$ . Таким образом заблаговременность прогноза  $Ab(Z_{fg})$  составляет один месяц. в) Впервые получены прогнозные значения средних для 2025-2054 гг. объемов годового и вегетационного стока  $r$ . Рона как функции индекса ледникового питания  $\delta$ . г) Методические разработки автора, изложенные в разделе, оказались востребованными [Lappalainen, et al., 2022] при описании регионального взаимодействия криосферы с компонентами природной среды в Пан-Евразийском проекте (PEEX).

### **Финансирование**

**Госзадания Института географии РАН № 0148-2018-0008 и FMGE-2019-0004 АААА-А19-119022190172-5.**

## Использованные источники

1. Коновалов В.Г. Таяние и сток с ледников в бассейнах рек Средней Азии. Л: Гидрометеоиздат, 1985. 237 с.
2. Коновалов В.Г., Пиманкина Н.В. Пространственно-временное изменение составляющих водного баланса на северном склоне Заилийского Алатау // Лёд и Снег. 2016. 56(4). Р. 453-471.  
<https://doi.org/10.15356/2076-6734-2016-4-453-471>
3. Коновалов В.Г. Региональный гидрологический режим горного оледенения. // Известия РАН. Серия Географическая. 2021. том 85. № 3. с. 368–379.
4. Кренке А.Н. Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 287 с.
5. Ходаков В.Г. Водно-ледовый баланс районов современного и древнего оледенения СССР. М.: Наука, 1978. 192 с.
6. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 691 с.
7. Bodo B.A. Monthly Discharge Data for World Rivers (excluding former Soviet Union). Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research. <http://rda.ucar.edu/datasets/ds552.0/>
8. Fischer M., Huss M., Barboux C., and Hoelzle M. The new Swiss Glacier Inventory SGI2010: relevance of using high-resolution source data in areas dominated by very small glaciers // Arctic, Antarctic, and Alpine Research, Vol. 46, No. 4, 2014, pp. 933–945.
9. Fluctuations of Glaciers Database. World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland.  
DOI: 10.5904/wgms-fog-2017-10.
10. Hock R. DEBAM and DETIM. Manual. 1999. <https://github.com/regine/meltmodel.git>
11. Klimawandel in der Schweiz. Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt (BAFU), dem Bundesamt für Meteorologie, Klimatologie (MeteoSchweiz) und dem National Centre for Climate Services (NCCS) Bern, 2020. 105 р.

12. Lappalainen H. K., Petäjä T., Vihma T., Räisänen J., Baklanov A., Chalov S., Esau I., Ezhova E., Leppäranta M., Pozdnyakov D., Pumpanen J., Andreae M. O., Arshinov M., Asmi E., Bai J., Bashmachnikov I., Belan B., Bianchi F., Biskaborn B., Boy M., Bäck J., Cheng B., Chubarova N., Duplissy J., Dyukarev E., Eleftheriadis K., Forsius M., Heimann M., Juhola S., Konovalov V., Konovalov I., Konstantinov P., Köster K., Lapshina E., Lintunen A., Mahura A., Makkonen R., Malkhazova S., Mammarella I., Mammola S., Mazon S. B., Meinander O., Mikhailov E., Miles V., Myslenkov S., Orlov D., Paris Jean-D., Pirazzini R., Popovicheva O., Pulliainen J., Rautiainen K., Sachs T., Shevchenko V., Skorokhod A., Stohl A., Suhonen E., Thomson E. S., Tsidilina M., Tynkkynen V., Uotila P., Virkkula A., Voropay N., Wolf T., Yasunaka S., Zhang J., Qiu Y., Ding A., Guo H., Bondur V., Kasimov N., Zilitinkevich S., Kerminen V., Kulmala M. Recent advances in the understanding of the northern Eurasian environments and of the urban air quality in China – a pan-Eurasian experiment (PEEX) programme perspective // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2022, Vol. 22, no. 7, p. 4413–4469.
13. Paul F., Rastner P., Azzoni R., Diolaiuti G., Fugazza D., Le Bris R., Nemeč J., Rabatel A., Ramusovic M., Schwaizer G., and Smiraglia C. Glacier shrinkage in the Alps continues unabated as revealed by a new glacier inventory from Sentinel-2 // *Earth Syst. Sci. Data*, 2020,12. pp. 1805–1821.  
<https://doi.org/10.5194/essd-12-1805-2020>
14. RGI Consortium. 2017. Randolph Glacier Inventory (RGI) – A Dataset of Global Glacier Outlines: Version 6.0. Technical Report, Global Land Ice Measurements from Space, Boulder, Colorado, USA. Digital Media. doi: <https://doi.org/10.7265/N5RGI6.0>.
15. Williams M. W. and Konovalov V. G. Central Asia Temperature and Precipitation Data, 1879-2003. Boulder, Colorado: USA National Snow and Ice Data Center. 2008.  
[http://nsidc.org/data/docs/noaa/g02174\\_central\\_asia\\_data/](http://nsidc.org/data/docs/noaa/g02174_central_asia_data/)