

УДК 556.164 (23.05)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ВОДЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ
ЛЕДНИКОВОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО БАССЕЙНА**

Канд. геогр. наук В. В. Голубцов

Канд. техн. наук В. И. Ли

Т. П. Строева

Изложена схема расчета поступления воды на поверхность ледниково-фирновой зоны горного бассейна.

Поступление воды на поверхность ледниково-фирнового бассейна осуществляется в процессе таяния снега, фирна, льда и выпадения осадков. Для его расчета в период снеготаяния можно использовать схему, приведенную в работе [2] для неледниковой части бассейна, учитывая особенности температурного режима в приледниковом слое воздуха.

Как показали исследования П. А. Черкасова и Т. Еремекбаева [3], при переходе от неледниковой части бассейна к леднику наблюдается резкое уменьшение температуры воздуха (температурный скачок) и изменение вертикального температурного градиента. Это объясняется тем, что у поверхности ледника вследствие не превышения ее температуры 0°C образуется устойчивый приледниковый инверсионный слой воздуха, препятствующий его прогреванию.

В связи с наличием температурного скачка выражение для расчета средней суточной температуры воздуха $\theta_{0,l}$ на высоте $h_{пр,l}$ у нижней границы языка ледника в момент времени t , в отличие от неледниковой части бассейна [1], можно записать в следующем виде:

$$\theta_{0, л} = \theta_0 - \gamma \cdot (h_{пр. л} - h_0) - \Delta\theta, \quad (1)$$

где θ_0 - средняя суточная температура воздуха, приведенная к единой высоте h_0 по всем используемым в бассейне и вблизи него метеорологическим станциям; γ - вертикальный градиент температуры воздуха в неледниковой части бассейна, $^{\circ}\text{C}/\text{км}$; $\Delta\theta$ - температурный скачок, $^{\circ}\text{C}$.

Для расчета температуры θ_1 в любой i -ой зоне ледника можно использовать выражение

$$\theta_1 = \theta_{0, л} - \gamma_{лд} \cdot (h_1 - h_{пр. л}), \quad (2)$$

где $\gamma_{лд}$ - вертикальный температурный градиент в ледниковой части бассейна, $^{\circ}\text{C}/\text{км}$.

В работе [3] приведены значения $\Delta\theta$ и $\gamma_{лд}$ при различных значениях облачности. Так, при полном отсутствии облачности (0 баллов) $\Delta\theta = -0,1^{\circ}\text{C}$ и $\gamma_{лд} = 9,8^{\circ}\text{C}/\text{км}$, а при общей облачности 10 баллов $\Delta\theta = -2,1^{\circ}\text{C}$ и $\gamma_{лд} = 1,4^{\circ}\text{C}/\text{км}$. В этой же работе для расчета значений $\Delta\theta$ и $\gamma_{лд}$ в зависимости от величин общей облачности N_0 , предложены следующие выражения:

$$\Delta\theta = -0,093 - 0,025 \cdot N_0 + 0,019 \cdot N_0^2 - 0,006 \cdot N_0^3 + 0,00029 \cdot N_0^4, \quad (3)$$

$$\gamma_{лд} = 0,97 + 0,0084 \cdot N_0 + 0,0243 \cdot N_0^2 - 0,0246 \cdot N_0^3 + 0,0039 \cdot N_0^4 - 0,00018 \cdot N_0^5. \quad (4)$$

В качестве примера в таблице приведены значения $\Delta\theta$ и $\gamma_{лд}$, рассчитанные по выражениям (3) и (4) для северного склона Джунгарского Алатау по средней облачности для каждого месяца, а на рис. 1 и 2 показана их динамика во времени, которая может быть описана выражениями следующего вида:

$$\Delta\theta = -0,51 + 0,275 \cdot \cos[2\pi/365 \cdot (t-180)], \quad (5)$$

$$\gamma_{лд} = 3,27 + 2,27 \cdot \cos[2\pi/365 \cdot (t-30)]. \quad (6)$$

Значения $\Delta\theta$ и $\gamma_{\text{лд}}$ при средней общей облачности для северного склона Джунгарского Алатау

Месяц	N_0 , балл	$\Delta\theta$, °C	$\gamma_{\text{лд}}$, °C/км
Январь	5,4	- 0,45	3,40
Февраль	5,7	- 0,52	2,85
Март	6,4	- 0,71	1,81
Апрель	6,5	- 0,74	1,69
Май	6,6	- 0,78	1,57
Июнь	6,3	- 0,68	1,94
Июль	5,6	- 0,49	3,03
Август	4,9	- 0,35	4,40
Сентябрь	4,1	- 0,23	6,11
Октябрь	4,6	- 0,30	5,04
Ноябрь	5,2	- 0,41	3,79
Декабрь	5,3	- 0,43	3,59

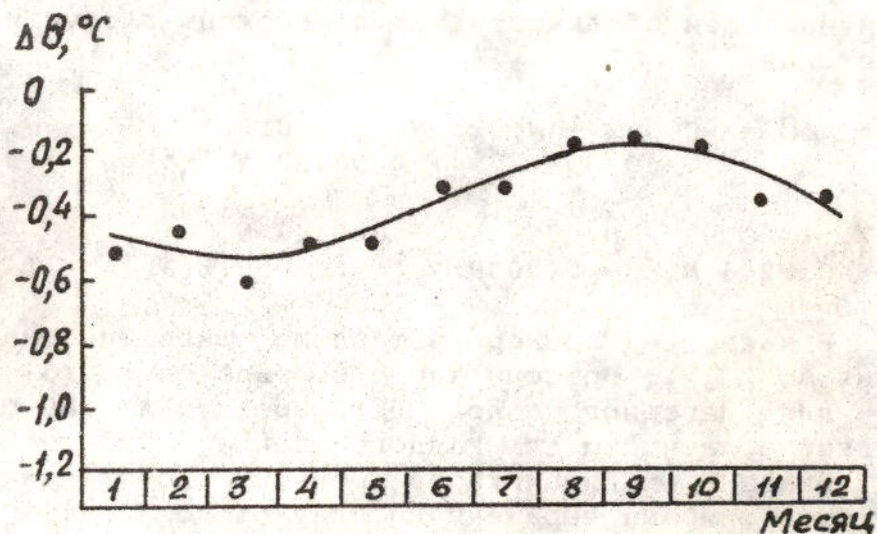


Рис.1. Годовой ход температурного скачка ($\Delta\theta$) у конца языка ледника (северный склон Джунгарского Алатау)

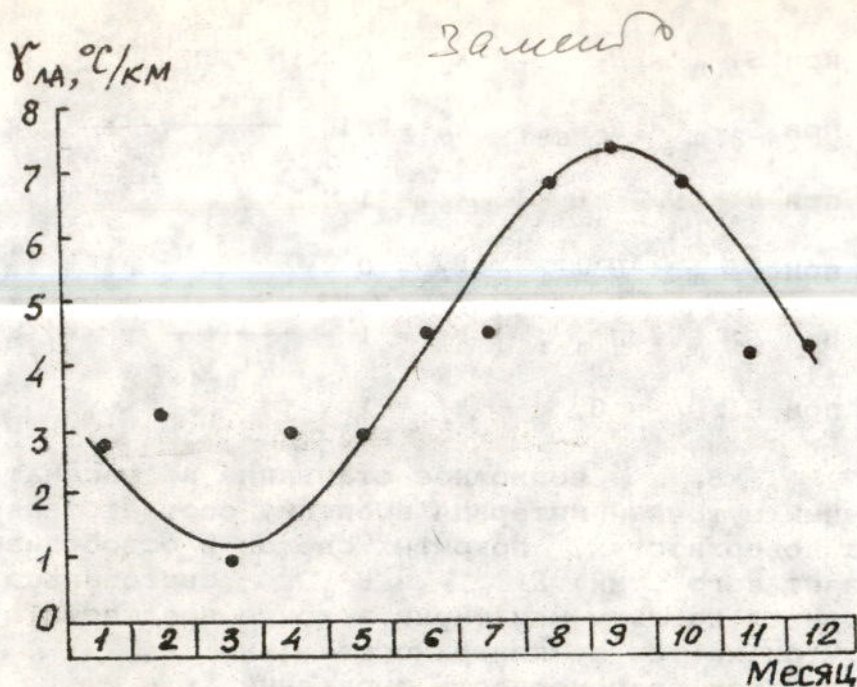


Рис. 2. Годовой ход вертикального градиента температуры ($\gamma_{лв}$) в приледниковом слое воздуха (северный склон Джунгарского Алатау)

Как уже говорилось выше, определение поступления воды ($v_{л}$) на поверхность ледниково-фирновой части горного бассейна вследствие таяния снега и выпадающих жидких осадков осуществляется по схеме, приведенной в работе [2]. Поступление воды от таяния льда и фирна ($v_{л.ф.}$) может быть рассчитано с помощью выражения

$$v_{л.ф.} = S_{л} \cdot [k_6 \cdot \Phi + k_7 \cdot (1-\Phi)], \quad (7)$$

где $S_{л}$ - максимально возможное стаивание, мм/сут; k_6, k_7 - коэффициенты, учитывающие величину абляции льда или фирна, если количество стаявшего снега в рассматриваемые сутки меньше $S_{л}$; Φ - покрытость высотной ледниковой зоны снегом. Значения этих коэффициентов определяются из следующих условий:

$$\begin{aligned}
&\text{при } S_{2,n} < H_{2,n-1} \quad k_6 = 0 ; \\
&\text{при } S_{2,n} \geq H_{2,n-1} \quad k_6 = 1 - \frac{S_{2,n}}{H_{2,n-1}} ; \\
&\text{при } H_{2,n-1} = 0 \quad k_6 = 1 ; \\
&\text{при } S_{1,n} < H'_{n-1} \quad k_7 = 0 ; \\
&\text{при } S_{1,n} \geq H'_{n-1} \quad k_7 = 1 - \frac{S_{1,n}}{H'_{n-1}} ; \\
&\text{при } H'_{n-1} = 0, \quad k_7 = 1 ,
\end{aligned}$$

где $S_{2,n}$, $S_{1,n}$ - возможное стаивание за рассматриваемый суточный интервал времени, соответственно на поверхностях, покрытых снегом и освободившихся от него, мм; $H_{2,n-1}$ и H'_{n-1} - снеготопившиеся, оставшиеся на льду или фирне в конце предшествующих суток на тех же поверхностях, мм.

Докажем правомерность выражений

$$k_6 = 1 - \frac{S_{2,n}}{H_{2,n-1}} \quad \text{и} \quad k_7 = 1 - \frac{S_{1,n-1}}{H_{n-1}} .$$

Выражение для количества стаявшего льда или фирна $S_{л}$ при отсутствии снега можно записать в виде

$$S_{л} = k_{л} \cdot \theta, \quad (8)$$

где $k_{л}$ - коэффициент стаивания льда, мм/(°С·сут). Пусть температура θ отражает количество тепла, израсходованного на стаивание количества снега H_{n-1} , которое меньше возможного значения стаивания, тогда величина стаивания льда или фирна запишется в виде:

$$S_{л} = k_{л} \cdot (\theta - \theta_1), \quad (9)$$

где $\theta_1 = H_{n-1}/k$; k - коэффициент стаивания снега на один градус положительной температуры воздуха, мм/(°С·сут). Подставим значение θ_1 в (9). Тогда

$$S_{л.1} = k_{л} \cdot \left(\theta - \frac{H_{n-1}}{k} \right). \quad (10)$$

Разделив (10) на (8), получим:

$$\frac{S_{л.1}}{S_{л}} = 1 - \frac{H_{n-1}}{k \cdot \theta}. \quad (11)$$

Поскольку $k \cdot \theta = S_{л}$,

$$S_{л.1} = S_{л} \cdot \left(1 - \frac{H_{n-1}}{S_{л}} \right) = S_{л} \cdot k'. \quad (12)$$

Подставляя в (12) вместо H и S соответственно $H_{2,n-1}$ и $S_{2,n}$, H'_{n-1} , $S_{1,n}$, получим приведенные выше формулы для определения коэффициентов k_6 и k_7 .

Таким образом, окончательно для расчета поступления воды на поверхность ледниково-фирновой зоны можно рекомендовать следующее выражение:

$$v_{л.ф.} = v_{л} + S_{л} \cdot [k_6 \cdot \Phi + k_7 \cdot (1-\Phi)]. \quad (13)$$

Расчет поступления воды производится для каждой высотной зоны. Суммарное поступление определяется как сумма поступления воды на поверхность каждой высотной зоны.

В заключение следует отметить, что предложенная схема расчета поступления воды для ледниково-фирновой зоны может быть использована как отдельно для этой зоны, так и в общей схеме для всего бассейна горной реки с полным или частичным ледниковым питанием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровикова Л.Н., Денисов Ю.М. Модель поступления воды на поверхность горного бассейна и некоторые результаты ее проверки на бассейнах рек Западного Тянь-Шаня // Тр. САНИГМИ. - 1970. - Вып.52 (67). - С. 3-20.

2. Голубцов В.В., Ли В.И. Уточнение схемы поступления воды на поверхность горного бассейна // Тр. КазНИГМИ. - 1975. - Вып.48. - С.60-64.
3. Черкасов П.А., Еремекбаев Т. Вертикальный градиент температуры воздуха на северном склоне Джунгарского Алатау в абляционный период // Снежные лавины и ледники Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1977. - С. 122-133.

Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТАУ ӨЗЕНДЕРІ СУЛЫЛЫҒЫН ҚЫСҚА
МЕРІЗІМДІ БОЛЖАУ ҮШІН АҒЫСТАРДЫ
ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ МОДЕЛДЕРІН
ПАЙДАЛАНУ

Геогр. ф. канд	В.В. Голубцов
Техн. ф. канд	В.И. Ли
	В.П. Попова
	Т.П. Строева

Жоңғар Алатауының солтүстік-батыс жоталары мен Каратаудың оңтүстік-батыс сілемдері жоталарындағы бірқатар өзендер мысалында Қазақстандағы тау өзендері сулылығын қысқа мерзімді болжау үшін ағыстарды қалыптастырудың моделдерін пайдаланудағы әдістердің мүмкіндігі қарастырылады. Дайындалған әдістің нәтижелі бағасы ашып көрсетілген.