

УДК 551.324.6:551.583

**ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ОЛЕДЕНЕНИЯ КИТАЙСКОЙ ЧАСТИ
БАСЕЙНА РЕКИ ИЛИ**

И.Н. Шестерова

Произведена примерная оценка изменения оледенения китайской части бассейна реки Или по аналогии с деградацией ледников казахстанской части бассейна. Согласно расчетам площадь оледенения бассейна сократилась с 1982 по 2000 год на 20,8%, а объем на 23,9%. Пересчитаны объемы ледников приведенных в китайском каталоге. Величина их оказалась в результате завышена на 10 – 15%.

Основная часть стока р. Или, а также большая часть ледовых ресурсов бассейна формируются на китайской территории, поэтому их учет и закономерности распределения становятся актуальными при общей оценке водных ресурсов Или-Балхашского бассейна. Китайская часть бассейна р. Или складывается из пяти крупных бассейнов её основных притоков: Хоргос, Каш, Кюнес, Кексу и Текес. По данным Каталога ледников Китая [13] в бассейне насчитывается 2 373 ледника с общей площадью 2 022,66 км². В табл. 1 представлены данные об оледенении района.

Таблица 1

Оледенение частных бассейнов китайской части бассейна р. Или

| Бассейн реки | Площадь бассейна (км ²) | Количество ледников | Площадь оледенения, (км ²) | Средняя высота фирновой границы, (км) | Максимальная отметка оледенения, (км) | Минимальная отметка оледенения, (км) |
|--------------|-------------------------------------|---------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Хоргос | 3240 | 131 | 55,22 | 3,63 | 4,50 | 3,10 |
| Каш | 8656 | 551 | 421,60 | 3,66 | 4,58 | 2,92 |
| Кюнес | 4123 | 250 | 95,68 | 3,71 | 4,16 | 3,22 |
| Кексу | 5379 | 625 | 421,58 | 3,84 | 4,99 | 2,52 |
| Текес | 27402 | 816 | 1027,58 | 3,82 | 5,90 | 2,34 |

Согласно имеющимся расчетам [1, 2], объемы ледников в китайском каталоге завышены на 10...20 %. Поэтому, объемы ледников были пересчитаны по следующим формулам:

1. По формулам [7, 9]:

- a) $V = 29,76 \cdot 10^{-3} F^{1,38}$ – для ледников «основных долин» (разновидностей долинного типа), где F – площадь ледника, км²;
- b) $V = 49,37 \cdot 10^{-3} F^{1,20}$ – для ледников «висячих долин и каров» при $F < 3$ км²;
- c) $V = 0,004 \cdot 10^{-6} F^{1,12}$ – для ледников висячего типа «горных склонов» площадью более 0,1 км², где F в м²;
- d) $V = 4 \cdot 10^{-9} \left(\frac{\sum F_i}{n} \right)^{1,12}$ – для ледников с $F < 0,1$ км², где F_i в м².

2. Н.В. Ерасова [5]:

$$V = 0,027 F^{1,5}$$

3. В.А. Кузмиченка [6]:

a) $V = 0,03332 F^{1,08} \exp(1,1219 L / L^{0,08846})$ – для ледников с $F < 25$ км² и известной длиной ледника L (км);

b) $V = 0,018484 F + 0,021875 F^{1,3521}$ – для ледников с $F > 25$ км²;

c) $V = 0,03782 F^{1,23}$ – для ледников с $F < 0,1$ км².

Расчеты производились для каждого ледника, затем результаты суммировались. В табл. 2 приведены результаты вычислений по основным бассейнам. Согласно проведенным расчетам величина превышения объемов ледников, приведенных в каталоге, колеблется от 10 до 15 %.

Таблица 2

Объемы оледенения частных бассейнов китайской части р. Или, рассчитанные по различным формулам

| Бассейн | По каталогу, км ³ | По формулам [7, 9], км ³ | По формуле Ерасова, км ³ | По формулам Кузмиченка, км ³ |
|---------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Хоргос | 2,1259 | 2,0145 | 1,4741 | 2,2263 |
| Каш | 28,1717 | 23,9809 | 24,5021 | 23,0853 |
| Кюнec | 3,4458 | 3,3989 | 2,3355 | 3,6322 |
| Кексу | 23,0804 | 20,3066 | 18,0082 | 21,3292 |
| Текес | 85,3214 | 70,4703 | 82,0910 | 73,9612 |
| Всего | 142,1791 | 120,1715 | 128,4109 | 124,2342 |

Каталог ледников на данную территорию был составлен по материалам соответствующих определений на начало 80-х годов. Примем, что он описывает состояние оледенения на 1982 г. Как известно, горное оледенение в настоящее время сокращается во всем мире [12]. Несколько оценок за разные периоды было выполнено в последние годы П.А. Черкасовым и Е.Н.

Вилесовым непосредственно для казахстанской части бассейна р. Или [3, 8, 10, 11]. Согласно этим оценкам оледенение северного склона Заилийского Алатау сокращалось с 1979 по 1990 со скоростью 1,01 [3] и 1,1 % [8] в год. Скорость сокращения оледенения долины р. Чилик по данным П.А. Черкасова [11] с 1974 по 1990 составила 1 % в год, таким образом можно принять темп сокращения оледенения для северных макросклонов равным в среднем 1% в год. По П.А. Черкасову [8], площадь оледенения южного склона Джунгарского Алатау составляла в 1972 г. 194,1 км², а в 1990 году 131,1 км² (устное сообщение проф. Вилесова Е.Н.), таким образом скорость сокращения оледенения за период составила 1,8 % в год.

Если допустить, что темп сокращения сохранялся до 2000 г., а об этом свидетельствуют наблюдения на ледниках Туюксу и Шумского [4, 8], то можно рассчитать примерную площадь оледенения исследуемого района в 2000 г.:

$$F_{2000} = F_{1982}(1 - pt / 100),$$

где F_{2000} – площадь оледенения некоторого бассейна в 2000 г.; F_{1982} – его площадь в 1982 г.; p – темп сокращения оледенения; t – число лет между 1982 и 2000 гг. В табл. 3 приведены результаты расчета сокращения оледенения китайской части бассейна р. Или с учетом экспозиции макросклонов.

Таблица 3

Изменение площади оледенения макросклонов бассейнов за 18 лет

| Бассейн | Хребет | Экспозиция хребта | H _{max} , м | H _{min} , м | F ₁₉₈₂ , км ² | F ₂₀₀₀ , км ² |
|---------|--------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Хоргос | | Ю | 4500 | 3100 | 55,22 | 37,30 |
| Кюнес | Аврал-Ула | Ю | 4160 | 3350 | 38,06 | 25,71 |
| | Нарат | С | 3920 | 3220 | 57,62 | 47,25 |
| Каш | Борохоро | Ю | 4451 | 2920 | 209,22 | 141,32 |
| | Ирен-Хабырга | Ю | 4583 | 3030 | 88,92 | 60,06 |
| | Аврал-Ула | С | 4280 | 3240 | 123,46 | 101,24 |
| Кексу | Бийке | С | 4500 | 3300 | 72,23 | 59,23 |
| | | Ю | 4370 | 3239 | 61,74 | 50,63 |
| Текес | Халыктау | С | 4991 | 2520 | 287,61 | 235,84 |
| | Бийке | С | 4368 | 3300 | 64,01 | 52,49 |
| | | Ю | 4308 | 3340 | 30,94 | 25,37 |
| | Халыктау | С | 5900 | 2340 | 932,53 | 764,67 |

При расчетах темп сокращения оледенения в бассейнах Текес и Кексу, а также на северных склонах хребтов Нарат и Аврал-Ула был принят равным 1 % в год. В долине р. Хоргос, хребтов Боро-Хоро, Ирен-Хабырга и юж-

ного макросклона хребта Аврал-Ула – равным 1,8 % в год. В табл. 4 приведены результаты расчета динамики оледенения по основным бассейнам за расчетный период, а также максимальная и минимальная отметки оледенения.

Таблица 4

Динамика площади оледенения по основным бассейнам

| Бассейн | F ₁₉₈₂ , км ² | F ₂₀₀₀ , км ² | Динамика, % |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Хоргос | 55,22 | 37,30 | 32,45 |
| Кюнес | 95,68 | 72,96 | 23,75 |
| Каш | 421,6 | 302,62 | 28,22 |
| Кексу | 421,58 | 345,70 | 18,00 |
| Текес | 1027,48 | 842,53 | 18,00 |
| Всего | 2021,56 | 1601,10 | 20,80 |

Таким образом, площадь оледенения Китайской части бассейна р. Или сократилась к 2000 году примерно на 20,8 %.

Для расчета изменения объема ледников в качестве темпа сокращения была принята скорость сокращения объема ледников в Заилийском Алатау за период с 1974 по 1990 г.. По оценке П.А Черкасова [8] в 1974 г. объем ледников составлял 12,29 км³, а в 1990 г. 9,66 км³, таким образом, темп изменения объема составил за период 1,34 % в год. Так как объемы ледников в данном случае были рассчитаны по формулам [7, 9], то для расчета объема оледенения в 2000 году используем рассчитанные по тем же самым формулам величины из табл. 2. Результаты расчета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Изменение объема оледенения по основным бассейнам за 18 лет

| Бассейн | V, км ³ | |
|---------|--------------------|---------|
| | 1982 г. | 2000 г. |
| Хоргос | 2,015 | 1,532 |
| Кюнес | 3,399 | 2,585 |
| Каш | 23,981 | 18,240 |
| Кексу | 20,307 | 15,445 |
| Текес | 70,470 | 53,600 |
| Всего | 120,171 | 91,402 |

Согласно расчетам объем оледенения китайской части бассейна р. Или сократился к 2000 году на 23,9 %. Полученные данные вполне могут быть использованы для оценки изменения ледникового стока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е. Н., Кусаинов С. А., Белова И.В. Ледниковые ресурсы Тянь-Шаня и основные характеристики их распределения. // Известия ВГО, - 1991, Вып. 1.- С. 32-39.
2. Вилесов Е. Н., Кусаинов С. А. Ресурсы льда и ледниковый сток бассейна реки Или. // Гидрометеорология в Казахстане. - Алматы, 1993. - С. 80 – 91.
3. Вилесов Е. Н., Уваров В. Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в 20 веке. - Алматы: КазГНУ, 2001. - 252 с.
4. Вилесов Е.Н. Баланс массы ледника Туюксу в последнее десятилетие 20 века. // Гидрометеорология и экология. - 2003, №1.- С. 80 - 84.
5. Ерасов. Н. В. Метод определения объема горных ледников. // Материалы гляциологических исследований. - 1968, Вып. 14. - С. 307 – 308.
6. Кузьмиченок В.А. О статистической оценке объемов ледников. // Материалы гляциол. исслед. – 1996, Вып. 80. - С. 200-206.
7. Мачерет Ю.Я., Черкасов П.А., Боброва Л.И. Толщина и объем ледников Джунгарского Алатау по данным аэрозондирования. // Материалы гляциологических исследований. - 1988, Вып. 62. - С. 59-71.
8. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш. Под ред. Т.К. Кудепова. – Алматы: Каганат, 2002. - 388 с.
9. Черкасов П.А., Никитин С.А. К методике расчета объема горных ледников по данным наземной и воздушной радиолокационной съёмки (на примере Джунгарского Алатау). // Ледники, снежный покров и лавины в горах Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1989. - С. 18-37.
10. Черкасов П.А. Предварительный анализ изменения количества и площади ледников на северном склоне Заилийского Алатау за период 1955 – 1990 гг.// Гидрометеорология и экология. – 2002. - №1. - С. 135 – 140.
11. Черкасов П.А. Оценка изменения количества и площади ледников в бассейне реки Чилик во второй половине 20 века. // Гидрометеорология и экология. – 2002. - №3. - С. 70 – 77.
12. Dyurgerov M. B.,Meier M. F. Year-to year fluctuations of global mass balance of small glaciers and their contribution to sea-level changes. // Arctic and Alpine Research. 1997. Vol. 29, № 4. - P. 392 - 402.
13. Glacier inventory of China. III. Tianshan mountains (Ili river drainage basin). - China, Science Press, 1986. -146 p.

Институт географии МОН РК

**ІЛЕ ӨЗЕНІ АЛАБАНЫҢ ҚЫТАЙЛЫҚ БӨЛІГІ МҰЗБАСУЫНЫҢ
ДЕГРАДАЦИЯСЫН БАҒАЛАУ**

И.Н. Шестерова

Іле өзені алабаның қытайлық бөлігі мұзбасуының өзгеруіне Қазақстандық бөліктегі мұздықтардың деградациясымен ұқсастыра шамаланған баға берілді.