

УДК 556.13+235.211.3

ОЦЕНКА ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУКанд. геогр. наук Л.П. Мазур
Т.В. Маринович

Произведено научное обобщение результатов многолетних наблюдений и методов расчёта суммарного испарения, испаряемости, испарения с водной поверхности и других гидроклиматических показателей для условий Илейского Алатау. Даны рекомендации по уточнению некоторых расчётных формул. С применением имеющихся метеорологических данных, по 2000 год включительно, рассчитаны и приведены численные значения гидроклиматических параметров.

Постоянный рост водопотребления в горной и предгорной зонах Илейского Алатау, значительные изменения в политической и социальной сфере, развитие рыночной экономики ставят перед гидрологами Казахстана сложную проблему полного и точного учёта водных ресурсов, их рационального и комплексного использования. Её решение невозможно без оценки водного баланса и его отдельных элементов для водосборов, территорий и водных объектов. Исследование и расчет основных элементов водного баланса: стока, суммарного испарения, испарения с водной поверхности и других, всегда были и остаются весьма актуальными.

Оценка суммарного испарения с водосборов горных рек представляет одну из наиболее важных и вместе с тем трудных задач воднобалансовых исследований. Состояние изученности суммарного испарения крайне неудовлетворительно вообще, а для горных районов - в особенности. В настоящее время сетевые наблюдения за суммарным испарением в Илейском Алатау отсутствуют. Имеющиеся данные за прошлые годы – это преимущественно результаты измерений суммарного испарения и транспирации травяной растительности с помощью испарителей ГГИ-500. Пункты наблюдений размещались с учётом высоты местности, экспозиции склонов, а также их крутизны. Отметим, что на территории северного склона Илейского Алатау было всего два пункта наблюдений за суммарным испарением сети Казгидромета, остальные – это пункты различных

научных организаций. Периоды их действия, как правило, не совпадали ни по хронологии, ни по продолжительности.

В результате анализа фактических данных наблюдений подтверждено, что суммарное испарение зависит от следующих факторов:

1) метеорологических, из которых самыми главными являются - температура и дефицит влажности воздуха. Связи измеренных величин испарения по метеостанции (М) Верхний Горельник ($H = 2270$ м абс.) с температурой и дефицитом влажности воздуха характеризуются коэффициентом корреляции, равными 0,72 и 0,81 соответственно. Атмосферные осадки не являются главным фактором для расчета испарения, т.к. северный склон Илейского Алатау достаточно увлажнён. Годовая сумма осадков, измеренных на М Мынжилкы ($H = 3017$ м абс.), за многолетний период (1937...2004 гг.) в среднем составляет 848 мм. Годовой слой осадков изменяется здесь от 516 мм (1943 г.) до 1211 мм (2004 г.). За период апрель – октябрь в среднем выпадает 697 мм осадков. Атмосферные осадки при расчёте суммарного испарения необходимо учитывать только для низкогорной и предгорной зон, где недостаточное увлажнение;

2) высоты местности, с увеличением высоты испарение на склоне одноимённой экспозиции уменьшается;

3) экспозиции склонов.

Анализ изменения суммарного испарения по высотным зонам, экспозициям и во времени на основе фактических данных производился по совмещённым графикам колебаний испарения на склонах одних и тех же экспозиций в различных высотных зонах, а также на одних и тех же высотах, но на склонах различных экспозиций.

Исследования показали, что испарение на склоне южной экспозиции всегда выше, чем на склонах других экспозиций, а на склоне западной экспозиции суммарное испарение значительно выше, чем на восточной, так как склоны западной экспозиции получают больше тепла (рис. 1).

Анализ изменения суммарного испарения во времени по всем имеющимся данным показал, что максимальное испарение на склонах различных экспозиций наблюдается в июле – августе, а минимальное – в апреле, сентябре и октябре. Время наступления максимальных значений суммарного испарения в различных высотных зонах обычно не совпадает и может сдвигаться на месяц или два в зависимости от высоты местности.

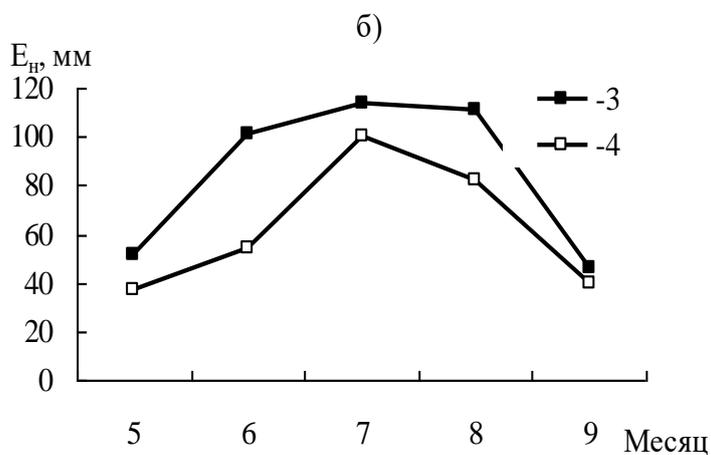
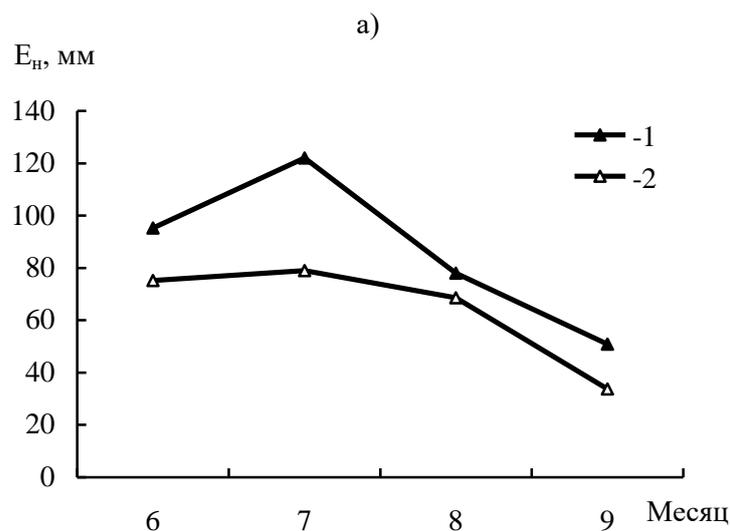


Рис. 1. Хронологический ход суммарного испарения на склонах различных экспозиций. а) Верхний Горельник, $H = 2270$ м абс. (1965 г.), б) Алматы АГРО, $H = 1350$ м абс. (1969 г.), 1 – южная экспозиция, 2 – северная экспозиция, 3 – западная экспозиция, 4 – восточная экспозиция.

Для более глубокого анализа пространственно-временного изменения суммарного испарения в горах Илейского Алатау материалов наблюдений недостаточно. Однако они позволили выявить ряд закономерностей, которые в разной степени были использованы при создании методов расчёта суммарного испарения в горных условиях рассматриваемого района [4, 8, 9, 11, 12, 20 и др.].

Расчётные значения суммарного испарения за тёплый период в горных районах Илейского Алатау получены в данной работе по формуле А.Ф. Литовченко – Л.П. Мазур [11-13]:

$$E = 0,074 \cdot H^{0,71} \cdot \sqrt[3]{d} \cdot 1,08^t \cdot K, \quad (1)$$

где E – месячная величина суммарного испарения, мм; t и d – средние месячные значения температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и дефицита влажности воздуха (в мм) на склоне расчётной экспозиции; H – высота местности, для которой производится расчёт испарения, м; K – суммарный коэффициент, учитывающий среднюю продолжительность дня данного месяца и высоту стояния Солнца над горизонтом, косвенно характеризует биологическое развитие растительности.

Преимущество формулы (1) заключается в том, что она наиболее проста, учитывает все факторы в явном виде и даёт приемлемые для практики результаты. Сравнение рассчитанных величин по формуле (1) с наблюдаемыми данными показало, что погрешности вычисления месячных величин суммарного испарения за конкретные годы в среднем для Илейского Алатау не превышают «плюс», «минус» 19 % (ошибка находится в допустимых пределах). Для сезонных значений ошибка расчёта уменьшается в 1,5...2 раза.

Для М Верхний Горельник, Мынжилкы и Усть-Горельник по формуле (1) было вычислено суммарное испарение за многолетний период. Его норма по метеостанциям за тёплый период приведена в табл. 1. Подробно, с примерами расчётов, методика А.Ф. Литовченко – Л.П. Мазур изложена в [12].

Таблица 1

Норма суммарного испарения по месяцам за тёплый период на северном склоне Илейского Алатау

Метеостанция	Н, м	Экспозиция	Период среднения, годы	Месяц						
				4	5	6	7	8	9	10
Усть-Горельник	1943	в долине	1960...1997	23,4	42,5	74,1	92,9	75,4	40,6	16,6
Верхний Горельник	2273	южная	1960...1994	26,5	46,3	76,6	93,9	76,6	41,5	18,3
Мынжилкы	3017	восточная	1960...2000	20,5	32,9	51,6	63,8	52,0	32,8	14,0

Для предгорно-равнинной зоны Илейского Алатау расчёты суммарного испарения за месячные интервалы можно производить по формуле Л.П. Мазур – В.А. Бабкина [14]:

$$E = \sqrt{d} \cdot (8,74 \lg t + 0,38x - 5,48), \quad (2)$$

где E – месячная величина суммарного испарения; мм; d – среднемесячный дефицит влажности воздуха, мм; t – среднемесячная температура воздуха, °С; x – месячная сумма осадков, мм.

Для тех месяцев, которым предшествовал месяц со слоем осадков менее 5 мм и в которых сумма осадков менее 3 мм, величину суммарного испарения согласно методике [14] принимают равной 10 мм. Средняя ошибка расчётов по формуле (2) – «плюс», «минус» 19...22 %.

Расчёт испарения со снега представляет также большой интерес при гидрологических расчётах и составлении прогнозов. Испарение с поверхности снега в Илейском Алатау измерялось в основном с помощью малых весовых испарителей площадью 200 см², глубиной 8 и 12 см [20].

Испарение с поверхности снега, из-за обилия влияющих на него факторов, трудно измеримо и слабо освещено наблюдениями. Нам удалось использовать лишь данные фактических наблюдений по М Верхний Горельник на склонах северной и южной экспозиции, полученные под руководством И.С. Соседова [20].

Проверка ряда формул для расчёта испарения с поверхности снега [10, 19 и др.] показала, что они дают большие погрешности, особенно для склонов северной экспозиции, где разница в 1...3 мм уже составляет большой процент, так как оно имеет для этих склонов небольшие значения. По этой же причине результаты самих наблюдений, очевидно, также содержат существенные погрешности.

В результате уточнений формулы А.Ф. Литовченко – Л.П. Мазур, приведённой в [12], для расчётов испарения с поверхности снежного покрова предлагается формула, которая имеет вид:

$$E = B \cdot H^{0,71} \cdot \sqrt[3]{d} \cdot 1,08^t, \quad (3)$$

где E – месячная величина испарения, мм; B – коэффициент, учитывающий экспозиционные особенности. Для склонов северной экспозиции он равен 0,040, а для южной – 0,065.

Среднее отклонение расчётных величин испарения по формуле (3) от фактических составляет для склона южной экспозиции «плюс», «минус» 11 %, а для склона северной экспозиции «плюс», «минус» 15...20 %, т.е. результаты более точны, чем полученные по другим проверяемым формулам. В результате проведённых расчетов можно сделать вывод, что данных фактических наблюдений за испарением в холодный период крайне недостаточно. Необходимо организовывать дополнительные исследования, чтобы можно было проверить формулы для расчёта испарения

в холодный период на различных высотах и экспозициях, уточнить их или вывести новые.

Для М Верхний Горельник по формуле (3) было рассчитано испарение с поверхности снега и его норма (табл. 2).

Таблица 2

Норма испарения со снежного покрова по М Верхний Горельник

Метеостанция	Н, м	Экспозиция	Период осреднения	Месяц	Е, мм
Верхний Горельник 2273		южная	1960...1994	январь	11,3
				февраль	11,7
				март	16,6
				ноябрь	20,1
				декабрь	14,6

Испарение с водной поверхности – один из важных составляющих водного баланса водоёмов. Расчёт испарения с водной поверхности в горных условиях Илейского Алатау производился на примере озера Улькен Алматы ($H = 2516$ м абс.). За период 1969...1986 гг. имеются данные наблюдений за испарением с водной поверхности по наземному испарителю ГГИ-3000, за 1969...1996 гг. – на плавучей испарительной площадке, расположенной в наиболее глубоководной его части.

Для выбора расчётной зависимости было проверено несколько формул, рекомендуемых для расчёта испарения с водной поверхности. Это формулы А.П. Браславского и С.Н. Нургалиева [2], ГГИ [21], В.А. Рымши – Р.В. Донченко [18], а также другие формулы, предложенные для расчёта испарения и испаряемости в диапазоне высот от 300 до 3300 м над уровнем моря [17].

Наиболее точно процесс испарения с водной поверхности озера Улькен Алматы в естественных условиях описан уравнением, которое имеет вид [17]:

$$E_s = (0,022 \cdot H + 0,128) \cdot (e_o - e_{200}) \cdot (1 + 0,72 \cdot W_{200}) \cdot n, \quad (4)$$

где E_s – испарение, мм; H – абсолютная высота водоёма, км; n – число суток в периоде, за который рассчитывается слой испарившейся воды; e_o – насыщенная упругость водяного пара по температуре поверхности воды, мб; e_{200} – упругость водяного пара на высоте 200 см, мб; W_{200} – скорость ветра на высоте 200 см, м/с.

В отличие от ряда других, формула (4) учитывает влияние на интенсивность испарения атмосферного давления, которое определяется высотой местности. Средняя ошибка расчёта испарения по этой формуле для

наземного испарителя с применением данных береговой метеостанции составила «плюс», «минус» 11 %. При использовании метеорологических данных над водной поверхностью озера расчётные величины испарения, по формуле (4), меньше фактических в основном на 15 %. Поэтому в их значения был введён поправочный коэффициент 1,15, который для других водоемов, возможно, имеет несколько другие значения (рис. 2).

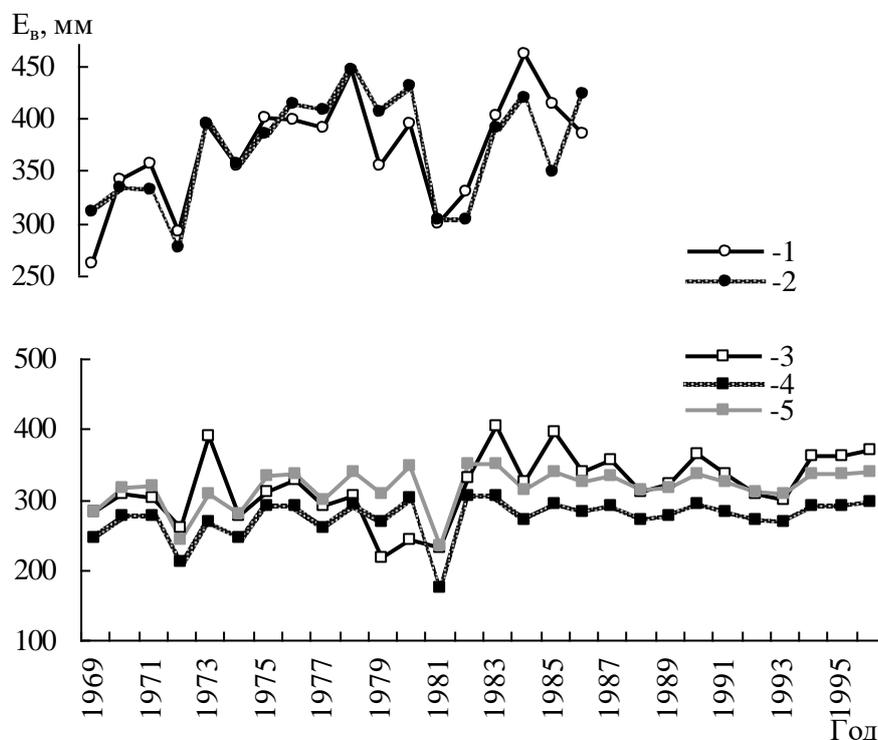


Рис. 2. Слой измеренного и рассчитанного испарения с водной поверхности озера Улькен Алматы за тёплый период (июнь-сентябрь). 1 – по наземному испарителю; 2 – вычисленное по данным береговой метеостанции; 3 – по плавучей испарительной площадке; 4 – вычисленное по метеорологическим данным над водной поверхностью; 5 – вычисленное по метеорологическим данным над водной поверхностью с поправочным коэффициентом.

Как видно на рис. 2, наземный испаритель ГГИ-3000, расположенный на М Озеро Улькен Алматы, завышает испарение. Источники погрешности объясняются тем, что у металла другие тепловые свойства, чем у берегов водоёма и что в результате волн и течений в водоёме происходит водообмен между соседними участками.

Для расчёта испарения с водной поверхности за многолетний период (по 2000 г. включительно) использованы метеорологические данные по М Озеро Улькен Алматы. В полученные результаты вводили понижающий коэффициент, вычисленный в среднем для каждого месяца с учётом расхождений измеренного испарения по испарителю ГГИ-3000, установленному на берегу и плавучей испарительной площадке за период параллельных наблюдений. В среднем наземный испаритель ГГИ-3000 завьщает испарение на 25 % (табл. 3).

Таблица 3

Испарение с водной поверхности озера Улькен Алматы в среднем по данным наблюдений (1969...1996 гг.) и вычисленное за многолетний период (1969...2000 гг.)

Испарение, мм	Месяц				Сумма
	июнь	июль	август	сентябрь	
Наблюждённое	69,7	82,4	81,9	73,0	307
Вычисленное	73,9	83,7	86,4	74,0	318

Испарение с водной поверхности часто принимают за испаряемость. А.Р. Константиновым [7] и др. установлено, что понятию максимально возможного испарения в большей степени соответствует испарение с оптимально увлажнённого луга при неограниченных влагозапасах. В Илейском Алатау испаряемость измерялась с помощью комплексных испарометров-лизиметров с испаряющей площадью 500 см и высотой 70 см, в которые помещались почвенные монолиты. Уровень воды в них поддерживался на глубине 48...50 см [8].

Определять испаряемость экспериментально достаточно сложно, поэтому её часто приходится находить по эмпирическим формулам. В данной работе для расчёта испаряемости в горных районах была использована формула А.Ф. Литовченко – Л.П. Мазур [9]:

$$E_{o(мес)} = \frac{a \cdot 1,07^t}{0,001 \cdot P}, \quad (5)$$

где a – параметр, зависящий от экспозиции склона; t – средняя месячная температура воздуха на склоне расчётной экспозиции, °С; P – атмосферное давление, мб. Результаты расчёта приведены в табл. 4.

По высотным зонам и экспозициям склонов испаряемость изменяется так же, как испарение с водной поверхности. Если сравнить нормы испарения с водной поверхности озера Улькен Алматы и испаряемости,

рассчитанные на той же высоте и экспозиции склона, то увидим что, максимально возможное испарение больше испарения с водной поверхности. На это обстоятельство указано также в работах [7, 16 и др.]. По мнению ряда учённых [1, 7, 16 и др.], испаряемость можно считать комплексной характеристикой климатических условий природных зон, так как она определяется главным образом тремя основными факторами: дефицитом влажности воздуха, тепловым балансом поверхности и интенсивностью турбулентного влагообмена. Подробный анализ испаряемости в условиях РК приводится в работах [3, 6] и некоторых других.

Таблица 4

Среднемноголетняя месячная и за тёплый период величина испаряемости, мм

Высота, м	Экспозиция	Месяц							За тёплый период
		4	5	6	7	8	9	10	
3017	С	29,5	38,4	49,0	57,7	55,7	43,6	30,9	305
	Ю	63,4	83,9	109	130	125	96,1	66,4	674
	В	46,3	60,0	76,6	90,1	87,0	68,1	48,3	476
	З	52,4	68,8	88,6	105	101	78,4	54,8	549
2516	С	34,3	45,5	59,3	69,7	66,4	50,9	36,0	362
	Ю	74,6	101	134	160	152	114	78,7	814
	В	53,6	71,1	92,6	109	104	79,5	56,3	566
	З	61,2	82,1	108	128	122	92,4	64,5	659
1943	С	36,4	49,4	64,5	76,7	71,6	54,1	37,7	390
	Ю	80,0	111	148	178	165	122	83,1	887
	В	56,9	77,1	101	120	112	84,5	59,0	610
	З	65,4	89,7	118	142	132	98,6	67,8	714
1317	С	48,0	66,4	91,9	108	101	72,9	47,1	536
	Ю	108	153	217	259	240	169	106	1251
	В	75,0	104	144	169	158	114	73,5	837
	З	87,4	123	172	204	189	135	85,6	996
1273	С	48,8	68,4	91,3	110	105	74,0	44,8	542
	Ю	110	158	216	264	250	172	101	1271
	В	76,2	107	143	172	164	116	70,1	847
	З	88,9	127	171	208	197	137	81,5	1010
1098	С	48,1	67,5	92,0	110	101	71,7	44,3	535
	Ю	109	157	218	265	241	167	99,5	1255
	В	75,2	106	144	172	158	112	69,1	836
	З	87,8	125	172	208	190	133	80,5	997

Одной из главных проблем современности является необходимость совмещения растущих потребностей в водных ресурсах с сохранением природно-экологических условий территории. Это касается, прежде всего, бассейна озера Балкаш, в территорию которого входит Илейский Алатау. Одной из важных задач решения проблемы является оценка состояния ландшафтов в условиях глобального изменения климата. С этой целью были рассмотрены комплексные гидроклиматические условия территории, которые можно характеризовать рядом параметров. Прежде всего, это коэффициент увлажнения (K), показатель биологической эффективности климата (TK) и гидротермический коэффициент Селянинова ($ГТК$). Их значения приведены в табл. 5.

Таблица 5

Коэффициенты, характеризующие ландшафтно-климатические условия Илейского Алатау, вычисленные с использованием данных метеорологических наблюдений по 2000 г. включительно

Метеостанция	Высота, м	E_0 , мм	$X_{год}$, мм	$X_{гп}$, мм	$\frac{\sum T_{\geq 10^{\circ}C}}{100}$	K	TK	$ГТК$
Мынжилкы	3017	476	881	722	0	1,8 5	0	0
Озеро Улькен Алматы	2516	566	821	641	9,74	1,4 5	14,1	6,58
Ассы	2216	604	427	370	9,95	0,7 1	7,03	3,72
Усть-Горельник	1943	714	900	692	18,3	1,2 6	23,0	3,79
Кеген	1845	720	397	335	18,9	0,5 5	10,4	1,78
Нарынкол	1806	774	395	319	20,6	0,5 1	10,5	1,55
Жаланаш	1699	827	525	415	22,3	0,6 3	14,1	1,86
Алматы (Кам. плато)	1317	996	871	594	32,4	0,8 7	28,3	1,83
Кыргызсай	1273	1010	398	288	33,4	0,3 9	13,2	0,86
Есик	1098	997	674	428	34,2	0,6 8	23,1	1,25
Алматы ОГМС	847	1043	626	405	36,8	0,6 0	22,1	1,10
Узынагаш	814	998	457	300	34,6	0,4	15,8	0,87

Аксенгир	643	1024	355	229	35,9	0,3 5	12,4	0,64
Шелек	606	1084	252	151	38,9	0,2 3	9,04	0,39
Капшагай	496	1098	267	175	39,6	0,2 4	9,63	0,44
Карашоқы	492	1135	225	152	41,5	0,2 0	8,22	0,37
Баканас	396	1083	192	117	38,8	0,1 8	6,89	0,30
Аул №4	362	1053	138	82	37,4	0,1 3	4,90	0,22
Куйган	344	1045	139	76	36,9	0,1 3	4,91	0,21

Примечание: $\sum T_{cp.cym.\geq 10^{\circ}C}$ – сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С, в сотнях градусов; K – по формуле (6).

Коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова (K) находился по формуле:

$$K = \frac{X_{\text{год}}}{E_{0\text{год}}}, \quad (6)$$

где $X_{\text{год}}$ – годовая сумма осадков; мм; $E_{0\text{год}}$ – среднемноголетняя годовая сумма испаряемости, которая для горных районов рассчитана по формуле (5), а для равнинной территории - по формуле В.С. Мезенцева [16]:

$$E_o = 306 + 0,20 \cdot \sum T_{\geq 10^{\circ}C}, \text{ мм} \quad (7)$$

где $\sum T_{\geq 10^{\circ}C}$ – сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С.

Показатель биологической эффективности климата:

$$TK = \sum T_{cp.cym.\geq 10^{\circ}C} \cdot K, \quad (8)$$

Гидроклиматический коэффициент Селянинова ($ГТК$) вычислялся по формуле:

$$ГТК = \frac{10 \cdot X_{m.n}}{\sum T_{\geq 10^{\circ}}}, \quad (9)$$

где $X_{m.n}$ – атмосферные осадки теплого периода, мм.

Коэффициент увлажнения K характеризует соотношение тепла и влаги. Значение $K = 1$ свидетельствует о равенстве тепла и влаги, поступающей на данный участок суши. В случае отсутствия этого равенства

наблюдается дисбаланс между теплом и влагой – дефицит или избыток влаги, который обуславливает формирование водных ресурсов.

Анализ полученных значений K , TK и $ГТК$ свидетельствует о наличии климатического рубежа на высотах 1300...1500 м. Выше этой границы расположены области избыточного увлажнения, т.е. осадки превышают теоретически возможное испарение, а ниже, наоборот, отмечается превышение испаряемости над осадками и дефицит влаги.

В сравнение с предшествующими данными [3, 5, 15] отмечается сдвигка климатического рубежа и областей с избыточным и недостаточным увлажнением примерно на 200 м по высоте местности.

В результате выполненных исследований был проверен ряд формул расчёта гидроклиматических характеристик, рекомендованных для горных и предгорных районов, предприняты попытки усовершенствования этих методов, определены нормы суммарного испарения, испарения с поверхности снега, с водной поверхности, испаряемости на разных высотах и экспозициях, а также коэффициенты, характеризующие ландшафтно-климатические условия северного склона Илейского Алатау. Полученные результаты могут быть использованы при гидрологических, водохозяйственных расчётах и решении вопросов рационального использования и оценки экологического состояния водных ресурсов на рассматриваемой территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабкин В.И., Вуглинский В.С. Водный баланс речных бассейнов. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 192 с.
2. Браславский А.П., Нургалиев С.Н. Новая формула для расчёта испарения с учётом разности температуры воздуха и воды // Проблемы энергетики и водного хозяйства. – 1966. – Вып. 4. – С. 195-206.
3. Вилесов Е.Н., Сергеева Ю.Ю. Оценка величин испаряемости и некоторых гидроклиматических параметров в условиях природных зон равнинного Казахстана // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы: «КазНИИМОСК», «Казгидромет», Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РК. – С. 1945-1949.
4. Голубцов В.В., Ли В.И. Схема расчёта динамики баланса влаги зоны активного влагообмена горных бассейнов// Труды КазНИГМИ. – 1973. Вып. 50. – С. 58-72.
5. Джаналиева К.М., Мазур Л.П. Методические основы регионального ландшафтно-экологического прогнозирования в системе глобальных изменений климата для условий Казахстана (на примере бассейна

- р. Или) // Современные проблемы геоэкологии и созологии. Доклады к международной научно-практической конференции 22-23 апреля 2001 г. – Алматы: Изд-во «Шартапа», 2001. – С. 86-90.
6. Казахстан: Природные условия и естественные ресурсы СССР. – М.: Наука, 1969. – 446 с.
 7. Константинов А.Р. Испарение в природе. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 532 с.
 8. Литовченко А.Ф. Экспериментальное изучение элементов водного баланса горных водосборов. – Киев: Изд-во «Вища школа», 1986. – 186 с.
 9. Литовченко А.Ф., Мазур Л.П. Методика расчёта испарения с горных склонов // Труды КазНИГМИ. – 1977. – Вып. 58. – С. 46-50.
 10. Литовченко А. Ф. Расчёт испарения с горных водосборов // Вопросы гидрологии горных районов. – Алма-Ата, 1971. – С. 144-156.
 11. Мазур Л.П. О структуре водного баланса горных водосборов северного склона Заилийского Алатау // Проблемы географии Казахстана. – Алма-Ата: КазГУ, 1978. – С. 160-167.
 12. Мазур Л.П., Абдрахимов Р.Г., Сарсенбаев М.Х. Выполнение лабораторных работ по курсу «Гидрофизика» (учебное пособие). – Алматы: Изд-во «КазГУ», 1995. – 30 с.
 13. Мазур Л.П. Анализ и расчёт элементов водного баланса горных водосборов // Автореф. канд. дисс. – Л., 1989. – 19 с.
 14. Мазур Л.П., Бабкин В.А. Методика расчёта суммарного испарения в условиях предгорно-равнинной зоны Или-Балхашского бассейна // Вопросы гидрологии орошаемых земель Казахстана. – Алма-Ата, 1986. – С. 103-108.
 15. Мазур Л.П., Сальников В.Г., Сергеева Ю.Ю. Методика расчёта водного баланса горных водосборов с применением метеорологических данных // Материалы научно-практической конференции «Теоретические и прикладные проблемы на рубеже столетий». – Алматы: Изд-во «Ар-КАС», 2004. – С. 99-102.
 16. Мезенцев В.С. Расчёты водного баланса. – Омск: ОСХИ, 1976. – 76 с.
 17. Мочалов В.П., Лаптев В.И. К вопросу о расчёте испарения с водной поверхности в горных условиях // Вопросы гидрологии горных районов. – Алма-Ата, 1971. – С. 158-171.
 18. Рымша В.А., Донченко Р.В. Исследование теплопотерь с открытой водной поверхности в зимнее время // Труды ГГИ. – 1958. – Вып. 65. – С. 54-84.
 19. Семёнов В.А. Особенности методики и возможности расчёта водного баланса в бассейнах горных рек засушливой зоны // Труды КазНИГМИ. – 1973. – Вып. 50. – С. 20-48.
 20. Соседов И.С. Методика территориальных воднобалансовых обобщений в горах. – Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1976. – 152 с.
 21. Указания по расчёту испарения с поверхности водоёмов. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 83 с.

**ІЛЕ АЛАТАУ ГИДРОКЛИМАТТЫҢ КӨРСЕТКІЛЕТЕРДІҢ ТАУЛЫ
АУДАНДАРДА БАҒАЛАУ**

Геогр. ғылым. канд. Л.П. Мазур
Т.В. Маринович

Іле Алатау жағдайы үшін жиынтық буланудың, буланушылықтың, су бетінен буланудың және басқа да гидроклиматтың көрсеткіштерінің көпжылдық бақылауы мен есептеу әдістерінің жалпы ғылыми нәтижелері, келтірілген. Кейбір есептік формулаларды нақтылау бойынша ұсыныстар берілген. 2000 жылға дейінгі метеорологиялық мәліметтерді пайдалана отырып гидроклиматтық параметрлердің сандық мәндері есептеліп, келтірілген.