

УДК 556.048+556.01

Канд. геогр. наук

Л.П. Мазур *

Канд. геогр. наук

А.Г. Чигринец *

М.Н. Раченков **

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОЗЕРА УЛЬКЕН АЛМАТЫ НА РЕЖИМ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СТОКА РЕКИ УЛЬКЕН АЛМАТЫ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ОЗЕРО, РЕКА, ОСАДКИ, ТЕМПЕРАТУРА, ИСПАРЕНИЕ, ФИЛЬТРАЦИЯ, СКОЛЬЗЯЩИЕ ОСРЕДНЕНИЯ, СТОК ВОДЫ, РЕКА-АНАЛОГ, ВОДОЗАБОР, ВОДНЫЙ БАЛАНС

Произведен анализ климатических характеристик бассейна р. Улькен Алматы (Бол. Алматинка) и рядов наблюдений за стоком воды. Получены основные статистические характеристики стока в исследуемых створах рек бассейна Улькен Алматы. Оценено влияние озера Улькен Алматы (Бол. Алматинское) на режим и сток р. Улькен Алматы при естественном режиме и при его регулировании. Путем расчета и анализа водного баланса оз. Улькен Алматы выявлено, что оно оказывает влияние преимущественно на внутригодовое распределение стока и незначительно на его величину.

Бассейн р. Улькен Алматы расположен на территории Илейского Алатау (Зайлийский Алатау), горного хребта в юго-восточной части Казахстана, и относится к бассейну оз. Балхаш. Рельеф в горах является главным фактором, определяющим высотную поясность гидрологических элементов.

Водосборы рек Улькен Алматы и Киши Алматы (Малая Алматинка) разделяются отрогом, вытянутым в северо-западном направлении с вершиной Кумбель (более 3000 м). Между верховьями р. Улькен Алматы и её притоком Проходной располагается Большой Алматинский отрог с главной вершиной – Большим Алматинским пиком (3684 м).

Климат Илейского Алатау континентальный, с чётко выраженной закономерностью понижения с высотой местности температуры и дефицита влажности воздуха, увеличения прозрачности атмосферы и солнечной радиации. Режим и величина осадков, температура и влажность воз-

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

** Казгидромет, г. Алматы

духа, скорость и направление ветра – обуславливаются высотой местности и формами рельефа.

В предгорной зоне среднегодовая температура положительна (6...8 °С); с высотой она закономерно уменьшается: нулевое значение характерно для высоты 2500...2600 м, на высотах более 3000 м температура отрицательна. Так, например, для М Мынжилки, расположенной на высоте 3017 м, она равна -2,0 °С.

Общая направленность изменения температуры воздуха в многолетнем разрезе проанализирована с использованием скользящего десятилетнего осреднения и аналитического выражения линейного тренда. По М «Озеро Улькен Алматы» наблюдается значимый положительный тренд среднегодовых значений температуры воздуха (рис. 1).

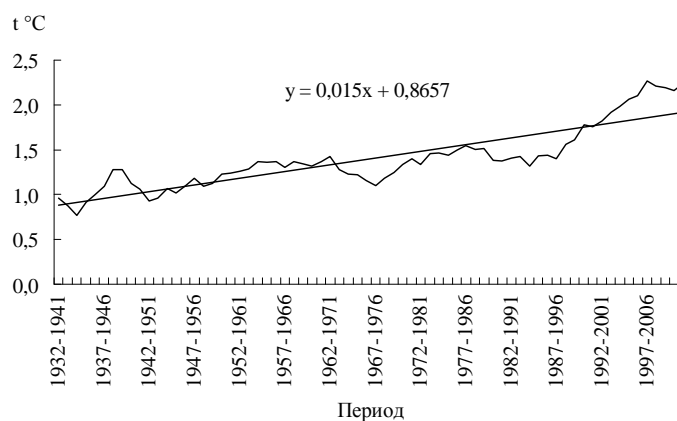


Рис. 1. Скользящие десятилетние средние температуры воздуха по М «Озеро Улькен Алматы».

Количество жидких осадков до высот 2200...2500 м обычно больше, чем твердых, выше – осадки в твердом виде преобладают, а на высотах 4000...4200 м все осадки выпадают только в твердом виде. Наибольшие месячные суммы атмосферных осадков в нижних поясах гор приходятся на весенний (апрель-май) и осенний (октябрь-ноябрь) периоды. На больших высотах наблюдается один максимум осадков в мае-июне, а иногда – в июле.

Направленность изменения годовых сумм атмосферных осадков в многолетнем разрезе с использованием их скользящего десятилетнего осреднения по данным М «Озеро Улькен Алматы» показана на рис. 2. Наблюдается положительный тренд.

Оз. Улькен Алматы в совокупности с р. Улькен Алматы представляет собой уникальный комплекс, который неоднократно интересовал ученых геологов, гидрологов, географов и других специальностей.

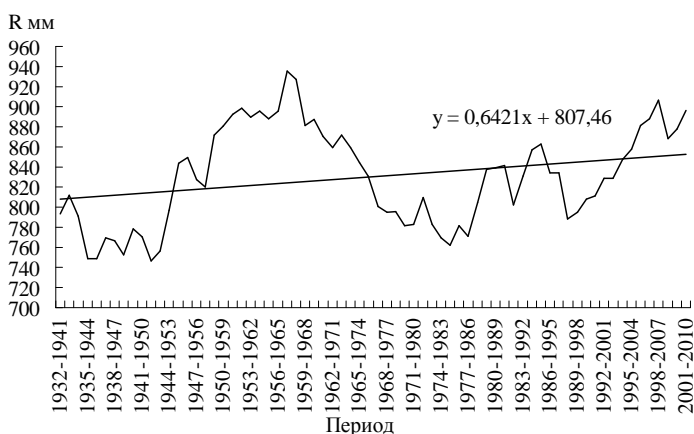


Рис. 2. Скользящие десятилетние средние годовых сумм осадков по М «Озеро Улькен Алматы».

Этот интерес, прежде всего, связан с тем, что р. Улькен Алматы, протекающая через озеро, является основным источником поверхностных вод, используемых для водоснабжения г. Алматы (92 %). Воды р. Улькен Алматы также используются для получения электроэнергии (каскад ГЭС) и других целей [2, 7].

Озеро расположено в верховьях р Улькен Алматы на высоте 2500 м. По типу оз. Улькен Алматы относится к горно-долинным завальным озерам. Возраст озера составляет около 2000 лет и подтвержден независимыми методами. По исследованиям ученых, оно образовалось в результате прохождения оползня, который перекрыл долину реки. Озеро является гасителем многочисленных селевых потоков. Объем отложений выше завальной плотины озера за 2000 лет составил 28,8 млн. м³. За период своего существования озеро погасило около 300 селей, которые проходили по р. Улькен Алматы и притокам Кызылкунгей и Серкебулак, впадающих в озеро [4]. Площадь озера – 0,50 км² (на 2006 г.), полный объем – 13,5 млн. м³, максимальная глубина – 40 м, а длина – 1,6 км. Высота над уровнем моря – 2504,59 (НПУ) м БС.

Основной целью работы являлись исследования гидрологического режима, водного баланса озера, а также оценка его влияния на сток и режим р. Улькен Алматы. Работа выполнена преимущественно с привлечением данных гидрометеорологической сети РГП «Казгидромет» по 2012 г. включительно, научных отчетов различных организаций и литературных источников [1, 5, 6, 8].

Различными способами восстановлены пропуски в рядах наблюдений за стоком, ряды годового стока проверены на однородность 3 способами (по Критерию Фишера, Стьюдента и по интегральным кривым стока) и на репрезентативность. Определены статистические характеристики годового стока по всем исследуемым постам (норма, C_v , C_s , расходы различной обеспеченности). Восстановление пропусков в рядах наблюдений за стоком воды в горных условиях – одна из очень сложных задач из-за трудного выбора рек-аналогов. Эта работа, а также проверка однородности рядов стока и определение статистических характеристик стока – одна из основных в данном исследовании.

Исследован гидрологический режим оз. Улькен Алматы. Впервые оценено влияние озера на режим и сток р. Улькен Алматы при естественном режиме озера и при его регулировании, что охарактеризовано расчетами и графиками.

Совместный анализ колебаний расходов воды по гидропостам р. Улькен Алматы – 2 км выше озера и р. Улькен Алматы – 1,3 км ниже озера свидетельствует о том, что в естественном состоянии озеро оказывало незначительное влияние на сток р. Улькен Алматы и на его внутригодовое распределение, что и представлено на рис. 3.

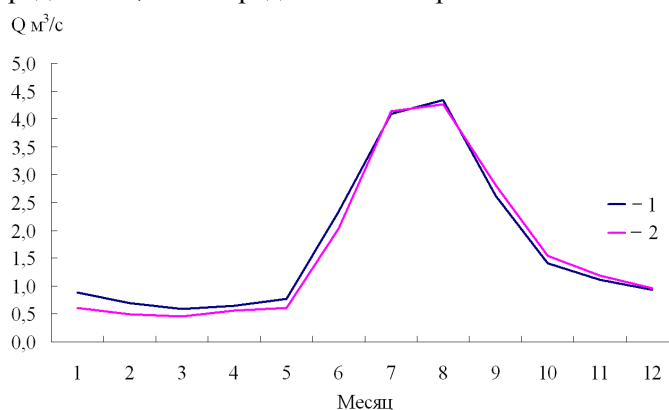


Рис. 3. Совмещённый ход среднемесячных расходов воды за 1929 г. 1 – р. Улькен Алматы, 2 км выше оз. Улькен Алматы; 2 – р. Улькен Алматы, 1,3 км ниже оз. Улькен Алматы.

В феврале 1952 г. сток из озера был зарегулирован. Водоудерживающей перемычкой является песчано-гравийная плотина, построенная в 1953 г. и наращенная в 1983 г. На рис. 4 показан совмещённый ход среднемесячных расходов воды по посту р. Улькен Алматы – в 1,3 км ниже оз. Улькен Алматы за 1950 г. и 1954 г. соответственно, т.е. взяты годы

одинаковой водности до и после регулирования, что определено по модульным коэффициентам.

На приведенном графике (рис. 4) отчетливо видно влияние регулирования озера на распределение стока р. Улькен Алматы. При регулировании сток повышается в месяцы с низким стоком при естественных условиях (январь – март, октябрь – декабрь), понижается в летние месяцы, что является очень удобным для водохозяйственного использования (хозяйственно-питьевое водопотребление и гидроэнергетика).

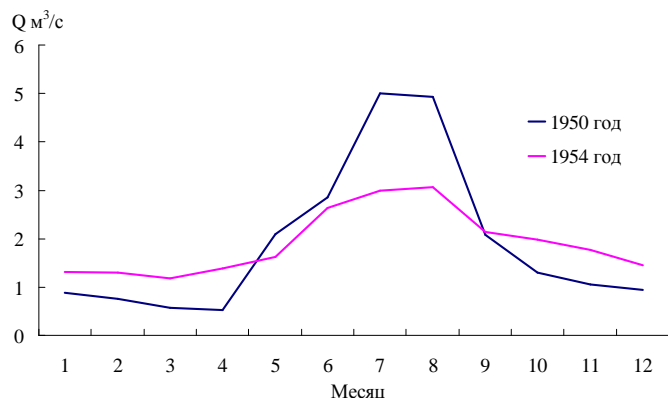


Рис. 4. Совмещённый ход среднемесячных расходов воды по посту р. Улькен Алматы, в 1,3 км ниже оз. Улькен Алматы за 1950 г. и 1954 г.

Для характеристики режима уровня воды оз. Улькен Алматы был построен график его внутригодовых колебаний по среднемесячным значениям, осреднённым за период эксплуатации (рис. 5).

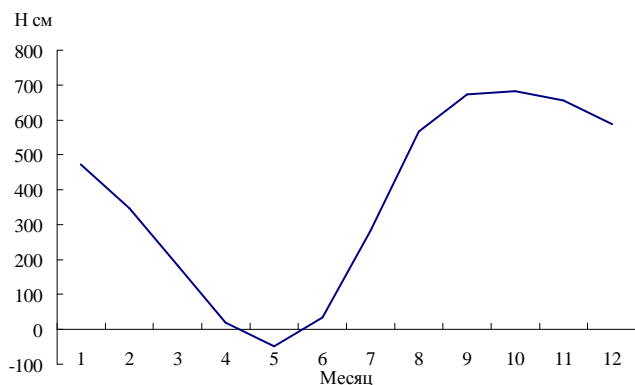


Рис. 5. Внутригодовые средние многолетние колебания уровня воды оз. Улькен Алматы.

Выявлено, что после зарегулирования оз. Улькен Алматы самый низкий уровень в озере наблюдается в мае (иногда в июне) перед началом

ледникового стока, потом в течение летних месяцев он повышается, а начиная с октября идёт сработка воды озера на различные нужды.

Часть работы посвящена исследованию некоторых элементов водного баланса озера.

Уравнение, принятое для расчёта водного баланса озера Улькен Алматы, имеет вид:

$$P + Q_n - E - Q_o \pm \eta_o = 0, \quad (1)$$

где P – осадки на зеркало водоёма; Q_n – поверхностный приток по главной реке и боковым притокам; E – испарение с водной поверхности; Q_o – поверхностный и подземный отток из водоёма; η_o – невязка водного баланса.

Для расчёта водного баланса озера количество осадков, как одного из составляющих водного баланса, было взято для М «Озеро Улькен Алматы», расположенной на высоте 2500,16 м. Слой осадков за расчётный период был переведён в объёмные единицы путём умножения значения слоя на среднюю за расчётный период площадь зеркала водохранилища.

Поверхностный приток к озеру оценён как суммарный приток по трём створам (р. Улькен Алматы – в 2 км выше оз. Улькен Алматы, ручей Кызыл-Кунгей, р. Серкебулак – устье). При этом приток, регистрируемый в створе р. Улькен Алматы – в 2 км выше оз. Улькен Алматы является притоком по основной реке, впадающей в озеро, а притоки по створам ручей Кызыл-Кунгей и р. Серкебулак – устье являются боковыми притоками. Поверхностный приток также переводился в объёмы за расчётные периоды.

Большой интерес представляет вопрос расчета испарения с водной поверхности в горных условиях. Испарение с поверхности озера в теплый и холодный периоды было рассчитано несколькими методами, а наиболее оптимальные результаты, были приняты для расчёта водного баланса озера.

Для выбора расчетной зависимости было проверено несколько формул, рекомендуемых для расчета испарения с водной поверхности. Это формулы В.А. Рымши и Р.В. Донченко (1958 г.), Браславского А.П., Нургалиева С.Н. (1966 г.), Мочалова В.П. и Лаптева В.И. (1971 г.), Иванова Н.Н., а также другие формулы, предложенные для расчета испарения и испаряемости в диапазоне высот от 300 до 3300 м над уровнем моря. В результате оценки применимости различных формул расчета испарения с водной поверхности и снега (в зимний период) выявлены наиболее приемлемые формулы для данного района. Согласно оценке оптимальным урав-

нением для расчета испарения с водной поверхности оз. Улькен Алматы является уравнение Иванова Н.Н., которое имеет вид:

$$E = 0,0018(25 + t)^2(100 - a), \quad (2)$$

где E – испарение за месяц, мм; t – среднемесячная температура воздуха, °С; a – средняя месячная относительная влажность, %.

Для расчета испарения в период с отрицательными температурами применялась формула Мазур – Маринович [3], которая имеет вид:

$$E = B \cdot H^{0,71} \cdot d^{1/3} \cdot 0,8', \quad (3)$$

где E – месячная величина испарения; B – коэффициент, зависящий от экспозиции; H – абсолютная высота водоема, м; d – дефицит влажности воздуха, мм; t – температура воздуха, °С.

В результате воднобалансовых расчетов и исследований выявлено, что оз. Улькен Алматы в основном оказывает влияние на внутригодовое распределение стока и почти не влияет на величину годового стока р. Улькен Алматы вследствие незначительной доли осадков в приходной части и испарения в расходной части водного баланса озера. Относительно малый объем осадков и испарения в сравнении с притоком и оттоком обусловлен небольшой площадью озера. Результаты воднобалансовых расчетов приведены в табл.

Использованные в работе сведения об оледенении бассейна р. Улькен Алматы, выявленные закономерности изменения климатических характеристик, сведения о гидрометеорологической изученности и хозяйственном использовании водных объектов позволили сделать более надёжный анализ полученных результатов. Методика исследований основана на анализе фактических данных гидрометрических наблюдений и измерений. Широко применены методы гидрологической аналогии, интерполяции, экстраполяции, математической статистики.

Работа характеризуется новизной. Полученные выводы о влиянии озера на сток р. Улькен Алматы, уточненные характеристики стока рек могут быть использованы в практике при разработке различных проектов на рассматриваемой территории и для научных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин Р. И., Чигринцев А. Г. Приток поверхностных вод к району г. Алматы // Вестник КазНУ, серия географ. – 2006. – № 2(23). – С. 62-72.

Таблица

Расчёт водного баланса озера Улькен Алматы за средний по водности год

Показатель	Единица измерения	Месяц												Итого за год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Объём озера на начало периода	млн. м ³	5,96	5,18	3,76	2,10	0,72	0,34	1,00	3,60	6,20	6,49	7,16	6,75	49,26
Отметка уровня воды на начало периода	м	2506,3	2505,2	2503,0	2499,8	2496,6	2495,5	2496,8	2502,4	2506,2	2506,6	2507,4	2506,8	
Атмосферные осадки	мм	18,8	31,1	47,8	93,6	171,2	213,3	111,8	5,5	68,4	69,6	26,4	14,8	872,3
	млн. м ³	0,01	0,02	0,02	0,03	0,06	0,07	0,05	0,00	0,04	0,05	0,02	0,01	0,38
	млн. м ³	0,01	0,03	0,05	0,08	0,14	0,21	0,26	0,26	0,31	0,35	0,37	0,38	0,38
Приток воды к озеру	м ³ /с	0,50	0,49	0,53	0,76	1,54	2,70	4,05	4,22	2,30	1,10	0,70	0,54	
	млн. м ³	1,33	1,19	1,42	1,97	4,12	7,00	10,9	11,3	5,96	2,95	1,81	1,45	51,4
	млн. м ³	1,33	2,52	3,94	5,91	10,0	17,0	27,9	39,2	45,1	48,1	49,9	51,4	51,4
Потери воды на испарение и фильтрацию	млн. м ³	0,58	0,36	0,18	0,09	0,11	0,07	0,13	0,67	1,26	1,45	1,28	0,93	7,11
	млн. м ³	0,58	0,94	1,12	1,21	1,33	1,39	1,52	2,19	3,45	4,90	6,18	7,11	7,11

Показатель	Единица измерения	Месяц												Итого за год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Потери воды на фильтрацию	млн. м ³	0,58	0,35	0,17	0,07	0,09	0,05	0,10	0,60	1,21	1,41	1,27	0,92	6,82
Потери воды на испарение	мм	5,2	12,1	15,9	53,5	64,5	69,9	81,1	122,7	74,2	58,7	15,2	9,4	582,4
	млн. м ³	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07	0,05	0,04	0,01	0,01	0,29
Попуски в нижний бьеф	м ³ /с	0,57	0,94	1,09	1,27	1,66	2,45	3,05	3,00	1,72	0,33	1,35	0,49	
	млн. м ³	1,54	2,27	2,92	3,29	4,45	6,34	8,17	8,03	4,46	0,87	0,96	1,31	44,61
Объём озера на конец периода	млн. м ³	1,54	3,81	6,73	10,0	14,5	20,8	29,0	37,0	41,5	42,3	43,3	44,6	44,61
	млн. м ³	5,18	3,76	2,10	0,72	0,34	1,10	3,60	6,20	6,49	7,16	6,75	5,96	49,36
Отметка уровня воды на конец периода	м	2505,2	2503,0	2499,8	2496,6	2495,5	2496,8	2502,4	2506,2	2506,6	2507,4	2507,8	2505,8	

2. Дускаев К.К., Чигринец А.Г. Роль малых рек в решении проблемы водообеспечения г. Алматы // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №1. – С. 76-88.
3. Мазур Л.П., Маринович Т.В. Оценка гидроклиматических показателей в горных районах Илейского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2007. – №1. – С. 75-88.
4. Оценить вероятностные значения расходов и объемов селей дождевого и гляциального генезисов в бассейне реки Б. Алматинки выше Большого Алматинского озера: Отчет о НИР / КазНИИМОСК – Алматы, 1995. – 32 с. – Отв. исполн. В.П. Мочалов
5. Оценка современного экологического состояния и разработка рекомендаций по обустройству водоохраных зон р. Большая Алматинка: Отчет о НИР / КазГУ. – № ГР 0197РК00124. – Инв. № 0297РК00321. – Алматы, 1996. – 165 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Бассейн оз. Балхаш. Т. 13, вып. 2. – Л.: Гидрометеоздат, 1967. – 304 с.
7. Чигринец А.Г. Гидролого-экологическая оценка малых рек горно-предгорной зоны Илейского Алатау и разработка рекомендаций по их охране: Дис. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 2006. – 310 с.
8. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 691 с.

Поступила 16.02.2015

Геогр. ғылымд. канд.
Геогр. ғылымд. канд.

Л.П. Мазур
А.Г. Чигринец
М.Н. Раченков

ҮЛКЕН АЛМАТЫ КӨЛІНІҢ ҮЛКЕН АЛМАТЫ ӨЗЕНІНІҢ РЕЖИМІ МЕН АҒЫНДЫ СИПАТТАМАЛАРЫНА ТИГІЗЕТІН ЫҚПАЛЫН БАҒАЛАУ

Үлкен Алматы өзені алабының климаттық сипаттамаларына және ағындыға жүргізілген бақылау қатарына талдау жасалды. Үлкен Алматы алабы өзендерінің зерттелген тұстамалары бойынша ағындының негізгі статистикалық сипаттамалары алынды. Үлкен Алматы көлінің Үлкен Алматы өзенінің режимі мен ағындысына әсері табиғи жағдайда және ағынды реттелген жағдайда бағаланды. Үлкен Алматы көлінің су теңдестігін есептеу және талдау арқылы көлдің басым жағдайда оның жылдық үлестіріміне ықпал ететіне, ал ағынды шамасына әсері елеусіз екендігі айқындалды.