

Рысбаева М.Н., Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т.

Казахский Национальный аграрный университет, Алматы

Формирование и функционирование водосбора бассейна реки Хоргос

Аннотация

На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» изучены особенности формирования климатического и гидрологического режима и тепловлагообеспеченности водосбора бассейна реки Хоргос, для определения влияния региональных колебаний климата и хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: река, водосбор, формирование, режим, гидрология, объект, бассейн, ландшафт, климат, расход, озеро, качество.

Актуальность

Улучшение гидроэкологического состояния малых предгорных рек - одна из ключевых проблем гидрологии, водного хозяйства и других отраслей, связанных с использованием водных ресурсов. На берегах этих рек проживает большая часть населения, а водохозяйственная и экологическая ситуация на большинстве из них неудовлетворительная.

Неблагоприятные ситуации проявляются, прежде всего, в их загрязнении отходами от различных видов хозяйственной деятельности, особенно хозяйственно-бытовыми и промышленно-сельскохозяйственными сточными водами. В последние десятилетия все большую угрозу для малых предгорных рек представляют вынос со склонов удобрений и ядохимикатов, продуктов эрозии с территории сельскохозяйственных угодий, загрязненный сток с урбанизированных площадей, а также неочищенные сточные воды, поступающие от сельских населенных пунктов и особенно животноводческих ферм.

Усиленная эрозия почвы на водосборах этих рек, особенно в предгорной зонах, привела к сокращению длины их речной сети, заилению родников, способствовала подъему уровня грунтовых вод, миграции значительного количества питательных веществ из почвы и явилась одной из причин антропогенной эвтрофикации водных объектов, то есть насыщения водоёмов биогенными элементами, сопровождающееся ростом биологической продуктивности водных бассейнов.

В то же время, малые равнинные реки являются начальным звеном формирования водных ресурсов природной системы, и от их состояния во многом зависит количественное и качественное состояния средних и крупных рек и водоемов. Поэтому неблагополучие, наблюдаемое в настоящее время на крупных реках и водоемах во многих странах, является в значительной мере следствием положения на малых предгорных реках. Эти реки являются не только источником питания средних и крупных рек. Они сами и их водосборы интенсивно используются в хозяйственной деятельности человека для производства различных видов продукции и энергии.

На водосборе реки формируется основная часть ресурсов речного стока и связи с этим гидрологический режим водосборов малых рек, как правило, находятся вне внимания водного хозяйства, и в значительной мере традиционной гидрологии поскольку использование воды имеет неявный, рассредоточенный по территории характер в интересах преимущественно сельского хозяйства, непосредственно не

регистрируется гидрометрической сетью, что во многом определяет и недостаточную его изученность.

Под гидрологическим режимом водосборов малых предгорных рек понимается закономерные изменения структуры их водного баланса и обуславливающих ее гидротермических, гидрологических и геохимических процессов во времени и пространстве под влиянием колебаний климата и антропогенных воздействий.

Цель исследования - выявление пространственных и временных закономерностей формирования климатического и гидрологического режима водосборов малых равнинных рек под влиянием региональных колебаний климата и хозяйственной деятельности.

Материалы и методы исследования

Объект исследования является река Хоргос, расположенная на границах Республики Казахстан и Китайской Народной Республики, то есть правый приток реки Или бассейна озера Балхаш. Река начинается на границе Республики Казахстан и Китайской Народной Республики, в высокогорном стыке хребтов Джунгарский Алатау и Борохоро, которая течёт в южном направлении. Ближе к устью течение реки замедляется, и русло расширяется, так как проведено несколько каналов вблизи сёл Баскуншы и Алмалы. На побережье реки располагаются пастбища. У реки Хоргос есть три основных притока: Казанколь, Басколь и Казантау. Питание ледниковое, снеговое, в меньшей степени дождевое и подземное. Крупнейшим в бассейне Хоргос является ледник Войекова. Длина реки около 180 км, из них порядка 160 км - граница между Республики Казахстан и Китайской Народной Республики.

Бассейн река Хоргос расположен на южном склоне хребта Жетысу (Джунгарский Алатау), в пределах высот 4 200 - 1 100 м. Левобережная часть бассейна реки находится на территории Китайской Народной Республики, правобережная - на территории Республики Казахстан. Река Хоргос - правобережный приток реки Или - берет начало в ледниках и вечных снегах южного склона Джунгарского Алатау. Длина реки 176 км, площадь водосбора - 1 310 км², средний уклон $i=34\%$ и среднееголетний расход воды 16,5 м³/с.

Река Жыланды берет начало из группы ледников в пределах высот 4200-2555м (от водораздела до устья реки Улькен Казан). Длина реки 10,4 км, площадь водосбора 55,2 км².

В верхней части бассейна реки расположена основная площадь водосбора река Хоргос с развитой гидрографической сетью.

Бассейн река Жыланды является верхней частью бассейна река Хоргос. Долина река Жыланды корытообразной формы, по бортам долины имеют следы влияния ледника при отступлении. По руслу реки отмечаются следы прошедших селевых потоков и паводков. Берега и нижние части бортов долины заболочены. Верхняя часть бассейна представляет гляциально-нивальную зону с типичным альпийским рельефом. В бассейне река Жыланды имеется 17 ледников, общей площадью 5,5 тыс.м² и 19 моренных озер. В верхней и средней части бассейна расположены каскады озер. На современной морене ледника 19 насчитывается 6 озер, четыре из которых не представляют реальной угрозы из-за малых объемов и размеров котловин (рисунок 2).

В верхней части водосборного бассейна формируются реки Жальдарык и Кумбельсай и в их слиянии расположено озеро Казанколь, которое играет роль естественного водорегулятора. В средней части бассейна река Жыланды на древней морене расположено озеро Басколь, образовавшееся в результате отступления ледника. Параметры озера: длина - 730 м, ширина - 280 м, максимальная глубина 7.1 м, средняя глубина 3.36 м, объем озера - 534.2 тыс.м³, площадь зеркала - 197.5 тыс.м².

Перемычка озера шириной около 40 м и длиной - 50 м сложена из валунов диаметром до 2 м. Колебание уровня воды в озере не превышает 1 м. Озеро Басколь является аккумулярующей емкостью паводковых и селевых выносов.

Ландшафты по длине реки характеризуются вертикальной поясностью: на высоте более 3 500 м расположен гляциально-нивальный пояс с ледниками и снежниками; на высотах 2 500-3 500 м расположен альпийский пояс с горно-луговой растительностью; для субальпийского пояса (2 500-2 800м) характерна древесно-кустарниковая растительность на горно-луговых почвах; ниже расположены лесостепной (1 500-2 300 м) и горно-степной (1200-1500 м) пояса. Здесь преобладает лесостепная растительность с почвами от темно-каштановых, до сероземов.

Результаты исследования

Формирование гидрологического режима реки Хоргос во многом зависит от климатических условий водосборных бассейнов, которой характерна предгорная зона, представленные по многолетним данным метеорологических станций Жаркент (таблица 1).

Как видно из таблицы 1, среднемноголетняя среднемесячная температура воздуха колеблется от -9.4 °С до 23.9 °С, то есть амплитуда колебания их составляют 33.3 °С, а относительная влажность воздуха достаточно высокая, так как колеблется в пределах от 48 до 75 %, а среднемноголетняя годовая сумма атмосферных осадков составляет 179 мм, то есть достаточно низкая. При этом основная часть атмосферных осадков бассейна реки Хоргос выпадает в летнее время, что оказывает благоприятное воздействие на растительный покров ландшафтных систем региона.

Природно-климатические условия бассейна реки Хоргос в определенной степени оказывают влияния на формирования гидрологического режима стока (таблица 2), что видно из количественных значений среднегодового расхода реки и стока реки вегетационного периода в различной водообеспеченности.

Таблица 1 – Климатическая характеристика бассейна реки Хоргос (по данным метеорологической станции Жаркент)

Месяцы	Метеорологические показатели				
	среднемесячная температура воздуха, °С	среднемесячная относительная влажность воздуха, %	дефицит влажности воздуха, гПА	средне-месячная скорость ветра, м/с	атмосферные осадки, мм
I	-9.4	75	0.9	1.6	11
II	- 6.3	74	1.2	1.9	11
III	3.1	66	3.5	2.6	13
IV	12.5	51	8.6	3.3	17
V	18.0	48	12.8	3.2	21
VI	22.0	48	15.9	2.8	24
VII	23.9	48	18.1	2.3	20
VIII	22.7	48	16.8	2.2	12
IX	17.1	50	11.8	2.2	10
X	9.8	56	6.5	2.2	12
XI	0.5	71	2.4	2.0	15
XII	-6.3	76	1.2	1.6	13
Годовая	9.0	59	8.3	2.3	179

Для оценки природно-климатического потенциала ландшафтных систем водосбора бассейна реки Хоргос использованы сумма биологически активных температур ($\sum t, ^\circ C$), сумма осадков (O_c , мм), сумма дефицита влажности воздуха ($\sum d$, мб), испаряемость (E_o , мм) и фотосинтетически активная радиация (R , кДж/см²) (таблица 2) [1; 2].

Таблица 2 - Природно-климатические потенциалы ландшафтных систем водосбора бассейна реки Хоргос

Месяцы	Показатели			
	$\sum t, ^\circ C$	$\sum d$, мб	E_o , мм	R , кДж/см
I	-	27.9	-	-
II	-	33.6	-	-
III	-	108.5	-	-
IV	375.0	258.0	124.0	18.6
V	558.0	396.8	173.0	27.6
VI	660.0	477.0	206.7	32.5
VII	740.9	561.1	223.8	36.6
VIII	703.7	520.8	213.0	34.8
IX	513.0	354.0	159.5	25.8
X	-	201.5	-	-
XI	-	74.4	-	-
XII	-	37.2	-	-
Годовая	3550.6	3050.8	1100.0	175.9

Как видно из таблицы 2, в бассейне реки Хоргос сумма температуры воздуха за активный период года составляет ($\sum t, ^\circ C$) - 3550.6^{°C}, сумма дефицита влажности воздуха ($\sum d$, мб) – 3050.8 мб, фотосинтетически активная радиация (R) -175.9 кДж/см² и испаряемость (E_o) – 1100.0 мм, что показывают наличие больших энергетических ресурсов для создания высокоэффективных гидроагроландшафтных систем.

Оценка тепло- и влагообеспеченности ландшафтных систем бассейна реки Хоргос использованы гидротермический коэффициент - $ГТК = 10 \cdot O_c / \sum t$, коэффициент увлажнения - $K_y = O_c / E_o$, показатель увлажненности - $M_d = 10 \cdot O_c / \sum d$, индекс сухости - $\bar{R} = R / LO_c$ (где L – удельная теплота парообразования, принятая постоянной и равная 2.5 кДж/см²) [2; 3; 4] (таблица 3) [3; 4; 5].

Таблица 3 - Оценка тепло- и влагообеспеченности ландшафтных систем бассейна реки Хоргос

Метеостанция	Показатели			
	$ГТК = 10 \cdot O_c / \sum t$	$K_y = O_c / E_o$	$M_d = 10 \cdot O_c / \sum d$	$\bar{R} = R / LO_c$
Хоргос	0.35	0.16	0.36	3.93

Основной целью климатической и агроклиматической оценок тепло- и влагообеспеченности ландшафта является определение возможных энергетических ресурсов природной системы бассейна реки Хоргос и необходимости

водной мелиорации. Как видно из таблицы 3, показатели влагообеспеченности бассейна реки Хоргос: коэффициент увлажнения (K_y) - 0.16, индекс «сухости» или гидротермический показатель ($\bar{R}$) -3.93 и гидротермический коэффициент ($ГТК$) - 0, показатель увлажненности (M_d) -0.36 характеризуют очень низкую обеспеченность растительного и почвенного покрова естественной влагой.

Для оценки экологической емкости ландшафтных систем бассейна реки Хоргос энергия, затрачиваемая на почвообразование (таблица 4) [6]: $\bar{Q} = Q / R = \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R})$, где Q - энергия, затрачиваемая на почвообразование, ккал/см² год; α_o - коэффициент, учитывающий состояние поверхности почвы (таблица 4).

Таблица 4- Затраты энергии на почвообразование в бассейне реки Хоргос за биологический активный период года

Показатели	Месяцы						Сумма
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
$t, ^\circ C$	12.5	18.0	22.0	23.9	22.7	17.1	-
$\sum t > 10^\circ C$	375.0	558.0	660.0	740.9	703.7	513.0	3550.6
$O_c, \text{ мм}$	17.0	21.0	24.0	20.0	12.0	10.0	-
K_t	0.106	0.157	0.185	0.208	0.198	0.146	1.00
$R, \text{ кДж/см}^2$	18.6	27.6	32.5	36.6	34.8	25.8	175.9
$\bar{R}_i = R / LO_c$	4.37	5.25	5.41	7.32	11.6	10.8	3.93
$Q_i, \text{ кДж/см}^2$	3.00	4.41	5.19	5.84	5.56	4.10	28.1
$Q_i(\bar{R} = 1.0), \text{ кДж/см}^2$	11.66	17.27	20.35	22.88	21.78	16.06	110.0
$\Delta Q_i(\bar{R} = 1.0), \text{ кДж/см}^2$	8.66	12.86	15.16	17.04	16.22	11.96	81.9

Для определения внутри вегетационного распределения дефицита нормы водоподачи определяется температурный коэффициент, характеризующий изменение энергетических ресурсов территории внутри года, то есть: $K_{ti} = \sum t_M^\circ C / \sum t_g^\circ C$, где $\sum t_M^\circ C$ - сумма температуры воздуха за расчетный месяц; $\sum t_g^\circ C$ - сумма температуры воздуха за вегетационный период.

Как видно, из таблицы 4, где представлены результаты прогнозного расчета по оценке влияния тепловлагообеспеченности ландшафтов бассейна реки Хоргос, позволили определить затраты энергии при естественных гидротермических режимах и после ожидаемой водной мелиорации, которые показывают возможность их повышения от 28.1 до 110.0 кДж/см². Следовательно, за счет повышения затрат энергии почвообразовательного процесса можно конструировать высокопродуктивные агроландшафтные системы, обеспечивающих регулирование и управление всех природно-техногенных процессов, протекающих в их компонентах.

Гидрологический режим реки Хоргос представлен на основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» в таблице 5.

Таблица 5- Расход воды реки Хоргос в створе Баскыншы в различных водообеспеченности и периодах года

Показатели	Qo, м ³ /с	Cv	Cs	Расход воды в различных обеспеченностях (%), м ³ /с								
				1	5	25	50	75	80	85	90	95
Годовая	16.4	0.18	0	23.3	21.2	18.4	16.4	14.4	13.9	13.3	12.6	11.6
Вегетационный период	27.4	0.20	0	40.2	36.4	31.1	27.4	23.7	22.8	21.8	20.4	18.4

Как видно из таблицы 5, среднегодовой сток реки Хоргос составляет 16.4 м³/с, в вегетационный период - 27.4 м³/с, то есть 1.57 раза больше, что характеризует особенности формирования его гидрологического режима в естественных природных условиях. При этом различные виды хозяйственной деятельности оказывали влияния на формирование качества воды в реке Хоргос (таблица 6).

Таблица 6- Состояние качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям бассейна реки Хоргос

Наименование реки, поста	ИЗВ		Ингредиенты и показатели качества воды	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК
	2013	2014			
река Хоргас - село Баскуншы	0.69 (2 кл.) Чистая	0.68 (2 кл.) чистая	Растворенный кислород	11.2	0.54
			БПК ₅	1.33	0.44
			Железо общее	0.067	0.67
			Медь	0.00137	1.37
			Марганец	0.005	0.50
			Сульфаты	56.0	0.56
река Хоргас – село Ынтылы	-	2.59 (3 кл.) умеренно-загрязнённая	Растворенный кислород	10.3	0.58
			БПК ₅	1.59	0.53
			Железо общее	0.035	3.52
			Медь	0.0049	4.91
			Марганец	0.016	0.80
			Сульфаты	0.52	5.20

Качество воды реки Хоргас – село Баскунчи (Балкаш – Алакольский водохозяйственный бассейн), относится к 2 классу – «чистая», ИЗВ составил 0,68. Наблюдается превышение концентрации меди на уровне 1,37 ПДК.

Качество воды реки Хоргас – село Ынтылы (Балкаш – Алакольский водохозяйственный бассейн), относится к 3 классу – «умеренно - загрязненная», ИЗВ составил 2,59. Превышения ПДК отмечаются по меди (4,91 ПДК), железу общему (5,20 ПДК) и марганцу (3,52 ПДК).

Обсуждение

На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» изучены особенности формирования климатического и гидрологического режимов бассейна реки Хоргос, для определения влияния региональных колебаний климата и хозяйственной деятельности показали, что они

зависят от климатических условий водосборного бассейна, как средообразующая система.

Литература

1. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Умирзаков С.И. Методологические основы ландшафтно-экологического районирования природной системы // Гидрометеорология и экология, 2000.- № 3-4. - С. 146-159.
2. Хафизов А.Р., Хазипова А.Ф. Учет тепловлагообеспеченности фаций водосборов при катенарном подходе обоснования водных мелиораций Materiály 9. mezinárodní vědecko-praktická konference: «Věda Průmysl evropského kontinentu - 2013 - PrahaPublishing Hjuse «Education and Science» s.r.o.- с. 81-87
3. Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара // Известия АН СССР. Серия география и геофизика. -1941.-№3.- С.15-32.
4. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. -Л.: Гидрометеиздат, 1937.- С. 5-27.
5. Будыко М.И. Глобальная экология. -М.: Мысль, 1977. - 327 с.
6. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. - М.: Наука, 1974. - 128 с.