

УДК 556.166

Канд. техн. наук Р.Г. Абдрахимов¹
М.А. Канай¹**МАКСИМАЛЬНЫЙ СТОК РЕК БАССЕЙНА НУРЫ**

Ключевые слова: расход воды, хозяйственная деятельность, осадки, температура воздуха, водный режим, увлажненный период, многолетние величины, период наблюдений

Основное внимание в работе уделено результатам оценки максимального стока рек бассейна р. Нуры с учетом влияния хозяйственной деятельности и климатических изменений. Приводятся сведения о восстановленных рядах максимальных расходов воды, уравнениях регрессии, рассматриваемых связях годового стока пунктов рек бассейна Нуры. Выполнен анализ влияния климатических характеристик – температурного режима и количества осадков, на максимальный сток рек. Рассчитаны максимальные расходы воды бассейна рек Нуры различной обеспеченности.

Как известно, формирование максимального стока обусловлено комплексом факторов – метеорологических условий в осенне-зимний и весенний периоды, и характеристик географического ландшафта бассейнов рек. Хозяйственная деятельность и, в первую очередь, русловое регулирование стока также оказывают значимое влияние на максимальные расходы воды.

Для рек бассейна Нуры анализ и расчет максимальных величин стока, несомненно, являются важной задачей. Однако, выполнение данной задачи осложнено следующими обстоятельствами. Значительная изменчивость стока рек Центрального Казахстана связана с большими перепадами климатических характеристик данных от года к году. При этом, количество накопленного за зиму снега не всегда определяет величину максимальных расходов воды. Дружная весна, промерзание и осеннее увлажнение почв могут приводить к наводнениям на огромных территориях при средних показателях снегозапасов. Например, масштабное наводнение в апреле 2015 г. привело к затоплению большого количества населенных пунктов в 9 районах Карагандинской области. При этом снегозапасы не намного превышали средние многолетние показатели. Кроме того, значения максимальных расходов воды определяется с погрешностями, и тре-

¹КазНу им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

бует более тщательных методов оценки расчетных величин, восстановленных значений при пропусках в наблюдениях.

Гидрологическая изученность рек бассейна Нуры и анализ хозяйственной деятельности использования и регулирования речного стока позволяют оценить надежность рядов максимальных расходов воды в пунктах наблюдений сети гидрометслужбы Казахстана. Так, в бассейне Нуры в разное время действовали порядка 70 пунктов наблюдений, продолжительностью от 1...2 до 84 лет. Наиболее качественные сведения о стоке собраны в створах р. Нура – с. Р. Кошкарбаева (Романовское), ж.-д. ст. Балыкты (Сергиопольское), с. Шешенкара (Пролетарское), с. Акмешит; р. Шерубайнура – рзд. Карамурын [3, 4]. Ряды максимальных расходов воды по данным пунктам служили опорными при восстановлении пропусков в наблюдениях и реконструкции коротких рядов наблюдений в расчетных створах рек рассматриваемого района.

В табл. 1 приведены данные о восстановленных значениях в рассматриваемых рядах максимального стока в пунктах наблюдения на реках бассейна Нуры. Указаны реки-аналоги и уравнения регрессии, принятые при реконструкции рядов максимальных расходов воды.

Таблица 1

Сведения о восстановленных рядах максимальных расходов воды на реках бассейна Нуры

Период наблюдения	Уравнение регрессии	R	Восстановленные годы
<i>р. Байкожа – с. Бесоба (р. Нура – с. Балыкты)*</i>			
1960...1975, 1977, 1981...1983, 1985...1990, 1995...2006	$y = 0,1372x + 6,7$	0,83	1935...1959, 1976, 1978...1980, 1984, 1991...1994, 2007...2013
<i>р. Нура – с. Шешенкара (р. Нура – с. Балыкты)</i>			
1951...1973, 1975...2013	$y = 0,4361x + 42,3$	0,86	1935...1950, 1974
<i>р. Нура – с. Захаровка (р. Нура – с. Балыкты)</i>			
1981...1990, 1993, 1995...2013	$y = 0,5902x + 9,6$	0,76	1935...1980, 1991...1992, 1994
<i>р. Нура – с. Р.Кошкарбаева (р. Нура – с. Балыкты)</i>			
1935...1943, 1945...2004, 2006...2013	$y = 1,2115x + 142$	0,81	1944, 2005
<i>р. Акбастау – с. Жанааул (р. Байкожа – с. Бесоба)</i>			
1955...1961, 1963...1975, 1981...1990	$y = 0,5223x + 0,11$	0,80	1935...1954, 1962, 1976...1980, 1991...2013

Период наблюдения	Уравнение регрессии	R	Восстановленные годы
<i>р. Шерубайнура – ниже 12 км от с. Аксу (Аюлы)</i>			
1968...1990	$y = 0,4487x + 12,5$	0,83	1935...1967, 1991...2013
<i>р. Коктал – п. Мийлыбулак (р. Акбастау – с. Жанааул)</i>			
1963...1975, 1981...1990, 1995...1997	$y = 0,6207x + 0,07$	0,79	1935...1962, 1991...1994, 1998...2013
<i>р. Шерубайнура – рзд. Кара Мурун (р. Нура – с. Захаровка)</i>			
1947...1950, 1957...2013	$y = 0,7807x + 13,2$	0,82	1935...1946, 1951...1956
<i>р. Карамыс – с. Карамыс (р. Байкожа – с. Бесоба)</i>			
1950...1953, 1955...1990	$y = 0,3273x + 1,92$	0,84	1935...1949, 1954, 1991...2013
<i>р. Соқыр – с. Акжар (р. Нура – с. Захаровка)</i>			
1948...1953, 1955...1964, 1966...1991, 1993...1997	$y = 0,2435x + 5,21$	0,86	1935...1947, 1954, 1965, 1992, 1998...2013
<i>р. УлькенКундызды – клх. Скобелевка (р. Нура – с. Балыкты)</i>			
1959...1990	$y = 0,1622x + 6,70$	0,88	1935...1958, 1991...2013
<i>р. Куланотпес – свх. Щербаковский (р. Нура – с. Захаровка)</i>			
1962...1965, 1967...1998	$y = 0,5695x + 22,3$	0,83	1935...1961, 1966, 1999...2013

Примечание: *Река – створ (створ – аналог).

Хозяйственная деятельность в регионе связана с водоснабжением промышленных и сельскохозяйственных нужд. Значительную изменчивость стока рек бассейна влечет строительство водохранилищ, позволяющих регулировать естественный сток рек. В бассейне Нуры создано 21 водохранилище, из которых три относительно крупных: Самаркандское, Ынтымакское на Нуре и Шерубайнуринское на р. Шерубайнуре, левом притоке Нуры. Кроме того, с 1973 г. сток Нуры пополняется водами Ертиса (Иртыша) по каналу им. К.И. Сатпаева (Ертис – Караганда). Влияние водохранилищ и переброски стока на гидрологические характеристики р. Нуры приводятся в работах [1,2], где отмечаются заметные изменения в характеристиках годового, и особенно минимального стока в среднем и нижнем течениях р. Нуры за счет хозяйственной деятельности. Изменения в величинах максимального стока из-за зарегулированности реки выявлено не было. Максимальные расходы воды в среднем за период с 1933 по 1969 гг. составили $508 \text{ м}^3/\text{с}$, а с 1970 по 2013 гг. снизились до $319 \text{ м}^3/\text{с}$. В 1960 г. наблюдалась максимальная величина стока за весь период наблюдений – $1850 \text{ м}^3/\text{с}$. Средний сток реки за этот год составлял

49,9 м³/с, при норме 20 м³/с. В 1941, 1948, 1949 годах максимальные расходы на реке достигали 1330, 1290 и 1720 м³/с соответственно, при среднегодовых величинах – 6,2, 51,6, 54,6 м³/с. Как видно, водность года, хотя в целом и определяет максимальный сток, но не гарантирует наивысшие значения расхода воды. Коэффициенты корреляции максимальных расходов воды и годового стока в пунктах с. Шешенкара и с. Р. Кошкарбаева равны 0,81 и 0,71 соответственно. Климатические изменения в данном регионе по М Караганды на примере средней годовой температуры воздуха и количества осадков за период с 1936 по 2016 гг. показаны на рис. 1, 2.

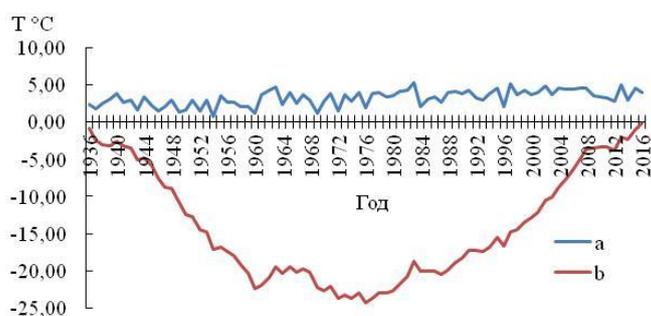


Рис. 1. Средняя годовая температура воздуха (а). Разностная интегральная кривая средних годовых температур воздуха ($\sum(t_i - t_{cp.})$)(б) по М Караганда.

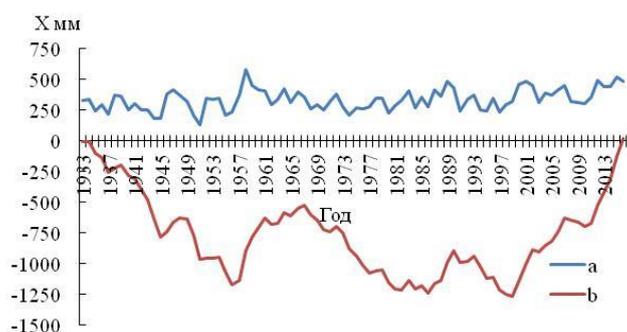


Рис. 2. Годовое количество осадков (а). Разностная интегральная кривая годовых осадков($\sum(X_i - X_{cp.})$) (б)по М Караганда.

Средняя годовая температура воздуха на фоне 1...3-летних колебаний сохраняет продолжительные периоды с тенденциями понижения или повышения. Так, с середины 30-х годов до 1954 г. заметно устойчивое понижение температуры воздуха, до величины 0,8 °С, при норме за этот период равной 2,31 °С. К 1963 г. средняя годовая температура воздуха возросла до 4,7 °С, а в 1969 г. снизилась до 1,1 °С. В дальнейшем, в среднем, наблюдалась тенденция повышения средних годовых температур воздуха при до-

статочны значительных колебаниях их значений от года к году. Средние многолетние величины средней годовой температуры воздуха за периоды с 1955 по 1969 гг. и с 1970 по 2016 гг. соответственно равны 2,8 °С и 3,6 °С. Данные временные отрезки в общих чертах прослеживаются и по графику изменений количества годовых осадков (рис. 2) [5].

С середины тридцатых годов наблюдалась тенденция снижения количества осадков до 1951 г. (140 мм). Далее следует интенсивное повышение годовых осадков до 580 мм в 1958 г., а к 1974 г. заметен общий тренд к снижению величин до 212 мм. В последующем, при значительных ежегодных колебаниях годовых величин осадков, в среднем их количество возрастает. Средние многолетние значения годовых осадков изменялись с 287 мм в период с 1933 по 1951 гг. до 342 мм в период с 1952 по 1974 гг., и с 1975 г. по 2016 г. до 359 мм. Наглядно, засушливые и увлажненные периоды прослеживаются на примере суммарных кривых отклонений годовых величин осадков и средней температуры воздуха от их средних величин за рассматриваемые периоды наблюдений (рис. 1, 2). Видно, что изменения климатических характеристик имеют одинаковые синфазные циклы колебаний, отражающие периоды различной увлажненности региона. Так, с тридцатых годов до середины 50-х годов наблюдался длительный засушливый период. Далее до 1966 г. засушливая фаза сменилась увлажненным периодом, затем до середины 1980-х годов в регионе вновь наступила засушливая фаза. Начиная с 1976 г. наблюдается неизменный рост средних суточных температур воздуха при незначительных колебаниях их значений. Разностная интегральная кривая осадков при этом отчетливо начинает расти с 1999 г.

Принимая во внимание выше сказанное и исходя из анализа изменений суммарных интегральных кривых годового стока р. Нуры видим, что сток реки увеличивается с ростом количества осадков. Так, за периоды роста осадков в регионе, норма годового стока в верховьях реки у с. Шешенкара и в низовьях у с. Р. Кошкарбаева составляла соответственно: до 1960 г. – 2,90 м³/с, 17,7 м³/с; с 1961 – по 1990 гг. – 2,86 м³/с; 20,4 м³/с; с 1991 по 2015 гг. – 4,25 м³/с, 19,8 м³/с.

Увеличение стока в низовьях реки с 1973 г. связано с переброской воды в русло Нуры по каналу им. К.И. Сатпаева. В последние десятилетия сбросы по каналу существенно сократились. Кроме того, русловое регулирование стока рек бассейна Нуры, так же оказывает влияние на их естественный водный режим. Создание водохранилищ в бассейне началось в

1941 г. (Самаркандское на р. Нуре) и ряда водохранилищ в 50-е годы и продолжилось до 90-х годов. Рост средних многолетних величин количества осадков и как следствие годового стока р. Нуры в случае статистических показателей максимальных расходов воды рек рассматриваемого бассейна приводит к их увеличению. Большая изменчивость максимального стока рек бассейна и хозяйственная деятельность не позволяет получать однозначные зависимости максимальных расходов воды от климатических характеристик. Так, норма максимальных расходов воды за те же временные периоды по р. Нуре и рекам ее бассейна уменьшается. При этом суммарные интегральные кривые максимального стока рассматриваемых рек бассейна имеют общую тенденцию снижения максимальных расходов воды (рис. 3).

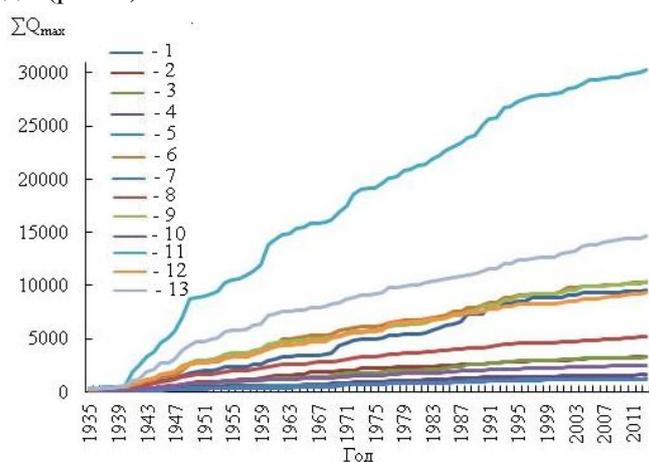


Рис. 3. Суммарные интегральные кривые максимальных расходов воды рек бассейна Нуры. 1 – р. Куланотпес – свх. Щербаковский; 2 – р. Улькен Кундызды – клх. Скобелевка; 3 – р. Соқыр – с. Акжар; 4 – р. Акбастау – с. Жанааул; 5 – р. Карамыс – с. Карамыс; 6 – р. Шерубайнура – рзд. Кара Мурун; 7 – р. Коктал – п. Мийлыбулак; 8 – р. Шерубайнура – ниже 12 км от с. Аксу; 9 – р. Нура – с. Акмешит; 10 – р. Нура – с. Бесоба; 11 – р. Нура – с. Р. Кошкарбаева; 12 – р. Нура – с. Шешенкара; 13 – р. Нура – с. Балыкты.

Однако, увеличение средних многолетних величин максимальных расходов воды за последние десятилетия отмечается в пунктах наблюдения рек, на которых влияние хозяйственной деятельности не отмечается. Например, в верховьях р. Нуры у с. Шешенкара и ж.-д. ст. Балыкты, на реке р. Карамыс – с. Карамыс. Таким образом, максимальный сток бассейна р. Нуры в настоящее время определяется не только естественными природными факторами, но и интенсивной хозяйственной деятельностью. В табл. 2 приводятся расчетные характеристики максимальных расходов во-

ды рек бассейна за временные периоды с выделенными климатическими характеристиками и за весь период наблюдений.

Таблица 2

Максимальные расходы воды рек различной обеспеченности
в бассейне Нуры

Период наблюдения	Q , м ³ /с	C_v	Расходы воды (м ³ /с) различной обеспеченности (%)					
			0,1	1	3	5	10	20
р. Нура – с. Шешенкара								
1935...2015	131	1,10	891	595	454	388	298	209
1935...1960	155	0,70	573	448	382	348	298	242
1961...1990	117	1,06	851	568	433	371	285	200
1991...2015	121	1,60	1590	957	669	530	356	207
р. Нура – ж.-д. ст. Балыкты								
1935...2015	209	1,25	2340	1259	855	688	487	314
1935...1960	277	0,92	1160	974	849	779	662	504
1961...1990	138	0,70	591	439	361	324	270	211
1991...2015	224	1,67	2891	1763	1251	997	683	406
р. Нура – с. Р.Кошкарбаева								
1935...2015	377	0,97	2652	1776	1361	1166	900	636
1935...1960	531	0,97	4272	2802	2115	1799	1354	927
1961...1990	374	0,67	1400	1091	930	849	730	596
1991...2015	220	0,96	1968	1268	948	788	584	387
р. Нура – с. Бесоба								
1935...2015	35	1,16	246	163	124	105	80	56
1935...1960	45	0,87	307	202	154	131	100	69
1961...1990	29	0,85	184	119	90	77	60	44
1991...2015	32	1,71	299	186	135	110	77	48
р. Акбастау – с. Жанааул								
1935...2013	20	1,07	160	104	78	65	48	32
1935...1960	23	0,89	94	78	69	62	53	41
1961...1990	25	1,07	194	126	95	80	60	40
1991...2013	11	0,92	46	39	34	31	26	20
р. Акбастау – с. Жанааул								
1935...2013	20	1,07	160	104	78	65	48	32
1935...1960	23	0,89	94	78	69	62	53	41
1961...1990	25	1,07	194	126	95	80	60	40
1991...2013	11	0,92	46	39	34	31	26	20
р. Шерубайнура – ниже 12 км от с. Аксу-Аюлы								
1935...2013	66	0,83	431	286	218	187	143	100
1935...1960	91	0,73	417	303	247	219	181	140
1961...1990	61	0,75	335	225	175	150	117	87
1991...2013	44	0,92	314	200	149	122	89	58
р. Коктал – п. Мийлыбулак								
1935...2013	15	1,33	144	91	66	54	38	24
1935...1960	14	0,89	87	59	45	39	30	22

Период наблюдения	Q , м ³ /с	C_v	Расходы воды (м ³ /с) различной обеспеченности (%)					
			0,1	1	3	5	10	20
1961...1990	20	1,28	154	112	88	75	57	36
1991...2013	10,5	1,77	152	90	62	49	32	18
р. Шерубайнура – рзд. Карамурын								
1935...2015	139	1,10	1077	702	528	448	334	226
1935...1960	159	0,89	820	612	498	442	357	265
1961...1990	136	1,03	997	657	497	423	320	220
1991...2015	123	1,48	1432	871	613	487	332	196
р. Карамыс – с. Карамыс								
1935...2013	16	1,11	102	66	50	42	32	22
1935...1960	19,9	0,81	77	59	50	45	39	31
1961...1990	17	1,30	153	98	73	60	44	29
1991...2013	23	0,73	50	33	26	22	17	12
р. Соқыр – с. Акжар								
1935...2015	44	1,07	370	238	178	148	110	72
1935...1960	46	0,90	322	211	159	135	101	69
1961...1990	47	1,04	383	250	188	160	120	81
1991...2015	37	1,34	302	219	171	146	108	67
р. Улкенкундызды – клх. Скобелевка								
1935...2015	46,7	1,10	362	236	177	150	112	76
1935...1960	55	0,86	309	217	171	150	120	89
1961...1990	40,6	1,12	315	205	154	131	97	66
1991...2015	46	1,43	598	361	253	201	136	80
р. Куланотпес – свх. Щербаковский								
1935...2013	122	1,26	822	529	395	330	243	161
1935...1960	113	0,91	704	478	369	318	249	177
1961...1990	147	1,21	1247	807	605	509	377	253
1991...2013	99	1,70	1235	750	529	420	286	168

Влияния водохранилищ, которые, несомненно, оказывают воздействия на максимальный сток р. Нуры и рек ее бассейна, в каждом конкретном случае сложно выявить из-за их количества, разных размеров и сроков создания. Как видно, коэффициент вариации максимального стока (C_v) изменяется от 0,70 до 1,70. Коэффициенты асимметрии (C_s) при выборе кривых вероятностей в большинстве случаев соответствуют величине $2C_v$ и изменялись от 1 до 3,0.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахимов Р.Г., Елтай А. Минимальный сток реки Нура. // ВЕСТНИК КазНУ. – Серия географическая. – 2016. – № 1(42). – С. 64-68.
2. Абдрахимов Р.Г., Елтай А. Характеристики годового и максимального стока реки Нуры // Гидрометеорология и экология. – 2016. – № 1. – С. 80-86.

3. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Выпуск 8. Бассейны рек Нура и Сарысу. – Алматы, 2001-2012 гг.
4. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Вып. 1. Акмолинская область. Казахской ССР. – Л.: Гидрометиздат, 1958 – 790 с.
5. Чередниченко А.В., Чередниченко А.В., Чередниченко В.С. Временные ряды температуры и осадков. Статистический анализ. – Алматы: 2013. – 365 с.

Поступила 29.03.2018

Техн. ғылымд. канд. Р.Г. Абдрахимов
М.Ә. Қанай

НҰРА АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЕҢ ЖОҒАРҒЫ АҒЫНДЫСЫ

Түйінді сөздер: жоғарғы ағынды, су өтімі, шаруашылық қызмет, жауын-шашын, ауа температурасы, су режимі, ылғалды кезең, көпжылдық мөлшер, бақылау кезеңі

Нұра алабы өзендерінің ең жоғарғы ағындысына әсер ететін шаруашылық қызмет пен климаттық өзгерістердің әрекетінің нәтижелері қарастырылған. Нұра өзені алабы бекеттері бойынша қалпына келтірілген ең жоғарғы су өтімі қатарлары, регрессия теңдеулері ұсынылаған. Температуралық режим мен жауын-шашын мөлшерінің ең жоғарғы ағындыға әсері талданған. Нұра өзені алабы бойынша әр түрлі қамтамасыздықтағы ең жоғарғы су өтімі мәндері есептелген.

Abdrakhimov R.G., Kanay M.A.

MAXIMUM FLOW OF THE NURA BASIN RIVERS

Keywords: maximum flow, water consumption, economic activity, precipitation, air temperature, water regime, moist period, perennial values, observation period

The main attention is paid to the results of the assessment of the maximum flow of the Nura basin rivers, taking into account the impact of economic activity and climate change. The article provides information on the restored series of maximum water flow rates, regression equations, and the links of the annual runoff of Nura river basins. The analysis of the influence of climatic characteristics - the temperature regime and the amount of precipitation, on the maximum river runoff is performed. The maximum water flow in the Nura river basin of various types of water supply is calculated.