УДК 556.004.65

Канд. техн. наук Р.Г. Абдрахимов [*]
А.Г. Елтай [*]

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОДОВОГО И МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА РЕКИ НУРА

ГОДОВОЙ И МАКСИМАЛЬНЫЙ СТОК, ВОДОХРАНИЛИЩА, КАНАЛ ПЕРЕБРОСКИ СТОКА

Приведены результаты расчетов характеристик годового и максимального стока по длине реки Нура, в условиях хозяйственного использования воды в ее бассейне.

Водный режим реки Нура – важнейшей водной артерии Центрального Казахстана, в современных условиях претерпевает значительные изменения. Хозяйственная деятельность человека и климатические изменения вносят существенные коррективы в стоковые характеристики и гидрологический режим реки в целом. Заборы воды на промышленные, сельскохозяйственные и коммунальные нужды, потери стока, в связи с созданием на реках исследуемого бассейна более 20 водохранилищ, а также эксплуатация каналов Нура-Есиль и им. К.И. Сатпаева, меняют ее водный режим. Канал им. К.И. Сатпаева пересекает реку выше гидрологического поста ж.-д. ст. Балыкты (рис. 1) и сбрасывает в нее часть стока. Роль водохранилищ, регулирующих естественный сток реки, в первую очередь, обусловлена деятельностью трех наиболее крупных из них – Самаркандского (253,7 млн. $м^3$), Ынтымакского (190,0 млн. $м^3$) и Шерубай-Нуринского (273,7 млн. $м^3$), введенных в эксплуатацию в 1941, 1982 и 1951 гг. соответственно. Самаркандское и Ынтымакское являются водохранилищами сезонного регулирования, а Шерубай-Нуринское – многолетнего [1, 2].

Из 70 пунктов наблюдений за характеристиками стока в бассейне реки, в качестве расчетных выбраны 4 поста с длительными рядами стоковых характеристик: с. Акмешит (1976...2012 гг.), ж.-д. ст. Балыкты (1934...2012 гг.), с. Р. Кошкарбаева (1933...2012 гг.), с. Шешенкара (1951…2012 гг.). При этом пропуски в наблюдениях составляли 2...10 лет.

[*] КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

Восстановление средних годовых расходов воды выполнено с помощью связей расходов воды за вегетационный период в расчетном створе реки, и годовым стоком в пунктах-аналогах. Графики связи строились с учетом изменяющихся антропогенных нагрузок, то есть за периоды с естественным водным режимом, и периоды с отмеченной хозяйственной деятельностью на реке. Для восстановления пропусков в наблюдениях использовались зависимости с коэффициентами корреляции более 0,90 [3].

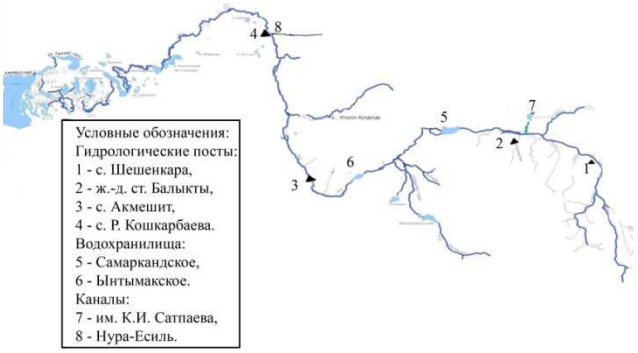


Рис. 1. Схема расположения пунктов гидрологических наблюдений, каналов переброски стока и водохранилищ в бассейне р. Нура.

Анализ интегральных кривых, построенных по данным значений годового стока в рассматриваемых пунктах, и хода разностной интегральной кривой средних годовых расходов воды у с. Шешенкара, позволил сделать следующие выводы. Гидрологический режим в верховьях реки у с. Шешенкара не подвержен заметному влиянию хозяйственной деятельности и, поэтому, значения стоковых характеристик в последующих расчетах рассматривались, как естественные. В целом, в водном режиме реки наблюдается чередование многоводных и маловодных периодов от 6 до 22 лет, с более короткими подъемами и спадами (2...4 года).

Интегральная кривая средних годовых расходов воды в пункте ж.-д. ст. Балыкты, в сравнении с изменениями водного режима реки у с. Шешенкара, показывает, что здесь, начиная с 1973 года (ввод в эксплуатацию участка канала им К.И. Сатпаева), годовой сток повысился на 76 %. Норма средних годовых расходов воды составила 4,77 $м^3/с$, а после 1973 года – 8,39 $м^3/с$. За те же периоды средний многолетний естественный сток реки у с. Шешенкара практически не изменился, составляя соответственно 2,93 $м^3/с$ и 2,96 $м^3/с$.

Как видно из данных, приведенных на рис. 2, величины месячного стока в створе ж.-д. ст. Балыкты значительно увеличились за рассматри-

ваемые годы, особенно в летне-осенний период, что связано с переброской части стока р. Ертис в р. Нуру. Сравнение расчетных величин условно-естественного стока, восстановленных по графику связи среднегодовых расходов воды, наблюдавшихся за 1951…1972 гг. на постах ж.-д. ст. Балыкты и с. Шешенкара, с фактическими значениями, позволяет заметить, что до 1990 года в среднем увеличение годового стока составляло 5,52 м^3/с, к началу 2000-х годов – 3,27 м^3/с, а к 2012 году – 1,22 м^3/с.

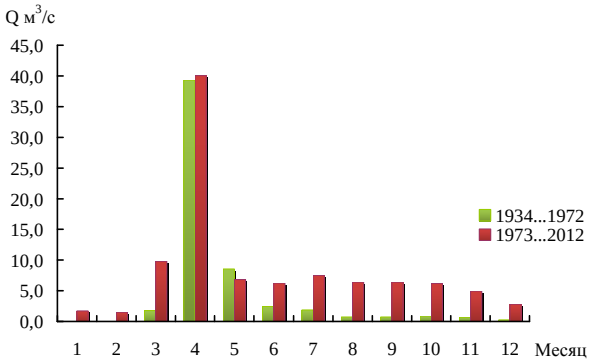


Рис. 2. График колебаний осредненных среднемесячных расходов воды р. Нура – ж.-д. ст. Балыкты за период естественного и зарегулированного стока.

Таким образом, сбросы воды в реку Нура значительно снизились за последние 10...15 лет. Наглядное представление об изменениях в водном режиме реки в гидрологическом створе ж.-д. ст. Балыкты дает интегральная кривая, приведенная на рис. 3а.

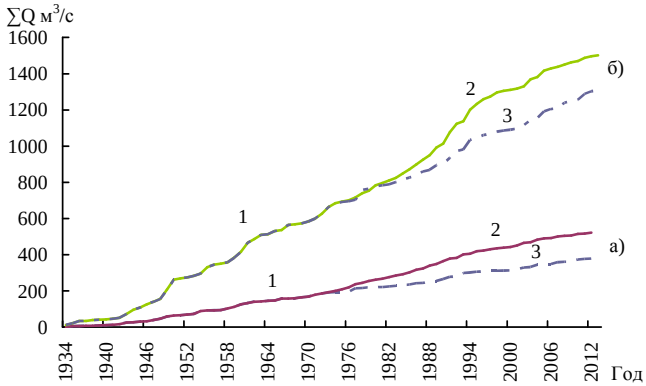


Рис. 3. Совмещенные суммарные интегральные кривые естественных (1), бытовых (2), условно-естественных (3) среднегодовых расходов воды по гидропостам р. Нура – ж.-д. ст. Балыкты (а), и с. Р. Кошкарбаева (б).

Условно-естественный сток реки рассчитан с помощью уравнения регрессии связи среднегодовых расходов воды в расчетных пунктах ж.-д. ст. Балыкты (у) и с. Шешенкара (х) – $y = 1{,}72x - 0{,}29$, с коэффициентом корреляции, равным 0,97.

Расчетные характеристики параметров кривых распределения рядов годового стока и расходов воды различной обеспеченности в верховьях реки приведены в табл. 1.

Как видно, изменчивость стока за период эксплуатации канала им. К.И. Сатпаева, по сравнению с естественными и условно-естественными его значениями, заметно снизилась с 0,83 до 0,53. При том, что сбросы воды в реку, как отмечено ранее, за последние десятилетия снизились в среднем до 1,0 м^3/с.

Интегральные кривые среднегодовых расходов воды, построенные по данным наблюдений в пунктах с. Акмешит и с. Р. Кошкарбаева, не позволяют выявить влияния Самаркандского, Ынтымакского и Шерубай-Нуринского водохранилищ на годовой сток реки. Однако, переброска части стока р. Ертис привела к изменению линии тренда кривой в сторону повышения стоковых характеристик. Поэтому оценка характеристик годового стока здесь также выполнена за два рассматриваемых периода (табл. 1).

Таблица 1

Расходы воды различной обеспеченности

Период	Q, м^3/с	C_v	Расходы воды различной обеспеченности, м^3/с						
			1 %	5 %	10 %	25 %	50 %	75 %	95 %
р. Нура – с. Шешенкара									
1934...2012	2,94	0,85	10,9	7,95	6,43	4,30	2,31	0,99	0,16
р. Нура – ж.-д.- ст. Балыкты									
1934...1972	4,77	0,83	16,7	12,3	10,6	6,90	4,00	1,80	0,35
1973...2012	8,39	0,53	20,3	16,1	14,2	11,1	8,10	5,29	2,56
разница	3,62	0,30	3,60	3,80	3,40	4,20	4,10	3,49	2,21
р. Нура – с. Акмешит									
1976...2012	14,3	0,56	42,2	31,4	26,0	19,1	13,7	9,0	4,27
р. Нура – с. Р. Кошкарбаева									
1933...1972	16,6	0,84	63,0	46,5	37,5	25,5	15,0	6,26	1,23
1973...2012	21,0	0,67	69,0	55,7	44,0	31,0	20,0	11,0	4,0
разница	4,4	0,17	6,0	9,2	6,5	5,5	5,0	4,74	3,77

Восстановление значений средних годовых расходов воды у с. Р. Кошкарбаева выполнено с помощью аналитического выражения свя-

зи данных величин с расходами воды в пункте-аналоге у с. Шешенкара, которое имеет вид $y = 4{,}56x + 2{,}66$. Коэффициент корреляции зависимости равен 0,87. Совмещенные суммарные интегральные кривые бытового (1) и условно-естественного (2) стока приведены на рис. 3б. Изменения естественного водного режима в нижнем течении реки, как и в её верховьях, наиболее отчетливо проявляются с конца 70-х до конца 90-х годов прошлого столетия. Таким образом, в нижнем течении реки четко прослеживается повышение значений среднегодового стока за счет сбросов воды по каналу им. К.И. Сатпаева.

Среднемноголетняя величина годового стока за период с 1973 по 2012 гг. возросла на 4,4 м^3/с, при том, что рост данного показателя с 1976 по 1997 гг., по сравнению с тем же периодом за 1933...1972 годы, составил 10,5 м^3/с. С 1998 по 2012 гг. роль канала в водном режиме реки заметно изменилась. В это время среднемноголетнее значение годового стока составляло 13,8 м^3/с.

Анализ изменений характеристик максимального стока р. Нуры по её длине и влияния на них хозяйственной деятельности был проведен с помощью метода «Оценки однородности рядов максимальных расходов воды», и позволил выявить следующее.

Приняв в качестве аналога естественных колебаний максимальных расходов воды за длительный период ход интегральных кривых максимального стока в створах гидрологических постов с. Шешенкара и ж.-д. ст. Балыкты, можно отметить тенденции изменений значений максимумов половодий, наблюдавшихся в верховьях реки.

Так, наибольшие величины максимальных расходов воды наблюдались у ж.-д. ст. Балыкты в 40-х годах, с максимумом в 1948 г., равным 811 м^3/с. Средний максимальный расход воды за этот десятилетний период составил 420 м^3/с. В последующие десятилетия данная характеристика максимального стока снизилась до 250 м^3/с, с максимальным значением в 1960 г. – 766 м^3/с. Норма максимальных расходов воды за период с 1961 по 2012 годы составляла не более 150 м^3/с. Анализ максимального стока в нижнем течении реки у с. Р. Кошкарбаева с помощью интегральной кривой и стоковых показателей в верховьях реки показывает, что величины ряда максимальных расходов воды практически повторяют их значения, наблюдавшиеся у ж.-д. ст. Балыкты. Конечно величины расходов воды здесь намного выше, так как река в среднем течении принимает достаточ-

ное количество притоков, и особенно крупный – Шерубай-Нура. Влияние водохранилищ и каналов на режим максимального стока отчетливо не прослеживается. Однако условия формирования волн половодий на притоках и работа водохранилищ, несомненно, вносят изменения в показатели максимального стока реки. В целом, в многолетнем режиме в низовьях реки также выделяются сороковые годы. Наибольшие максимальные расходы воды были отмечены на гидрологическом посту с. Р. Кошкарбаева в 1941 г. – 1330 м^3/с, в 1948 г. – 1290 м^3/с и в 1949 г. – 1720 м^3/с. За весь рассматриваемый период наблюдений, максимум волны половодья достиг величины 1985 м^3/с в 1960 г. Среднемноголетние значения максимального стока за различные периоды составляли соответственно: в сороковых годах – 839 м^3/с, в пятидесятых годах – 329 м^3/с, в последующих десятилетиях не более – 470 м^3/с.

Исходя из выше изложенного, для оценки максимальных расходов воды различной обеспеченности, расчетные периоды выбраны в соответствии с периодами наблюдений и интенсивной хозяйственной деятельности в бассейне реки (табл. 2).

Таблица 2

Расходы воды различной обеспеченности максимального стока

Период	Q, м^3/с	C_v	Расходы воды различной обеспеченности, м^3/с					
			0,1 %	1 %	3 %	5 %	10 %	20 %
р. Нура – с. Шешенкара								
1951...2012	106	0,99	900	590	480	350	270	160
р. Нура – ж.-д.- ст. Балыкты								
1934...1969	235	0,97	1564	1049	803	689	532	376
1970...2012	145	0,84	817	566	444	387	308	227
разница	90	0,13	747	483	359	302	224	149
р. Нура – с. Акмешит								
1976...2012	133	0,93	549	460	400	367	312	212
1933...1969	508	1,06	3820	2493	1878	1598	1193	816
р. Нура – с. Р. Кошкарбаева								
1970...2012	319	0,80	1693	1187	938	821	660	493
разница	189	0,23	2127	1306	940	777	533	323

Как видно, средние значения максимального стока за последние 40…50 лет существенно снизились, но за отдельные годы величины максимальных расходов воды могут быть большими и приводить к наводнениям по всей длине реки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Вып. 1. Акмолинская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1958. – 790 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 13. Центральный и Южный Казахстан. Вып. 1. Карагандинская область. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – 483 с.
3. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Выпуск 8. Бассейны рек Нура и Сарысу. – Алматы, 2001-2012 гг.

Поступила 11.01.2016

Техн. ғылымд. канд. Р.Г. Абдрахимов
А.Ғ. Елтай

НҰРА ӨЗЕНІНІҢ ЖЫЛДЫҚ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ АҒЫСЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ

Нұра өзенінің бассейнінде су ағысының шарауашылық мақсатында қолданылуының жылдық және жоғарғы ағысын есептеу нәтижесінің сипаттамасы берілген.