

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОДОВОГО СТОКА И КАЧЕСТВА ВОДЫ АМУДАРЬИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОДНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ В ЕЕ БАССЕЙНЕ

Повышение антропогенных нагрузок на речной бассейн приводит к количественному истощению водных ресурсов и ухудшению качества воды.

Рассмотрим этот процесс на примере Амударьи за 1960–1990 годы, оценивая изменение стока по руслу реки по выражению

$$K = (y_0 / y_n) 100\%,$$

где K – коэффициент трансформации стока; y_0 – сток в створе, замыкающем область его использования; y_n – приток воды из зоны формирования в зону его использования. Коэффициент K характеризует ту часть речного стока, которая доходит до соответствующего створа на реке.

Приток воды из зоны формирования принят условно по створу Верхнеамударьинский. В нем в 1966, 1967, 1970 и 1971 годах сток рассчитан по фактическим измерениям, а в остальные годы – по сумме стоков р. Пяндж – пост Нижний Пяндж и р. Вахш – пост Тигровая балка.

Сток в последнем створе в 1981, 1982 и 1984–1990 годах принят по гидрометрическим наблюдениям, а в остальные годы восстановлен по связи со стоком в этом створе, рассчитанным методом руслового водного баланса по выражению

$$y_0 = y_n - U_{\text{вод}} + U_{\text{сбр}},$$

где y_0 – сток в устье Вахша; y_n – сток Вахша в створе Туткаул или приведенный к нему; $U_{\text{вод}}$ и $U_{\text{сбр}}$ – водозабор и сброс коллекторных вод на участке Туткаул – устье.

Сток воды в створе "Верховье" (ниже устья р. Кафирниган) на Амударье получен расчетным путем по сумме стоков на постах

Верхнеамударьинский, Кафирниган - устье и Кундуз - Аскархона. При этом сток Кафирнигана в устье также рассчитан методом руслового баланса. Аналогично получен сток Амударьи в створах Келиф (ниже устья р. Шерабад) и г. Чарджоу.

Во всех оставшихся створах сток Амударьи фиксируется гидрометрически.

Створ Келиф замыкает верхнюю зону бассейна Амударьи. Ниже река не принимает притоков.

Все расположенные ниже створы в русле Амударьи замыкают участки реки, в большей или меньшей степени подверженные антропогенным нагрузкам. Индикатором последних служат водозабор из реки и сброс в нее коллекторных вод.

С 1960 года по 1990 год суммарный водозабор в бассейне реки увеличился (без бассейна р. Пяндж) с 22 до 53-64 км³/год (табл. 1). В годы средней водности (1960 и 1985) степень изъятия стока возросла с 33 до 102 %.

Основной прирост водозабора приходится на среднее и нижнее течения реки, соответственно, в 5 и 1,8 раза.

На участке Келиф - Тюямуюн, где берут начало трансмагистральные каналы Каракумский, Каршинский и Амубухарский, водозабор за расчетный период вырос с 5,6 до 28-30 км³/год.

В нижнем течении реки водозабор также увеличился (табл. 1). Некоторое уменьшение его в последние годы связано с переносом водозабора в два канала в верхний бьеф Тюямуюнского водохранилища.

Относительно суммарного водозабора в бассейне изъятие стока в среднем течении (Келиф - Тюямуюн) возросло с 25 до 48%, а в нижнем уменьшилось с 43 до 30%. Водозабор в Каракумский, Каршинский и Амубухарский каналы за исследуемый период утроился (табл. 1) и составил 17-35% от суммарного изъятия в бассейне и 68-75% от водозабора на участке Келиф - Тюямуюн. При этом доля Каракумского канала составляет 17-20% от суммарного изъятия стока в бассейне. Резкое увеличение водозабора из реки сопровождалось интенсивным истощением речного стока (табл. 2).

Если в створе, замыкающем верхнюю зону (Келиф), сток реки практически не меняется, то ниже по течению наблюдается ярко

Водозабор в бассейне Амударьи, км³/год

Элемент расчета	Годы						
	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Суммарный водозабор до кишл. Кзылджар.	22,4	28,4	40,3	47,2	59,5	63,5	58,0
То же, % от притока.	33,0	52,0	58,0	80,0	94,0	102,0	71,0
Водозабор на участке Келиф - Тюямуюн.	5,6	8,1	12,7	18,8	25,3	30,1	27,8
То же, % от суммарного водозабора.	25,0	28,5	31,5	39,8	42,5	47,4	47,9
Водозабор на участке Тюямуюн - Нукус.	9,6	11,1	14,1	17,5	23,0	21,6	17,7
То же, % от суммарного водозабора.	42,9	39,1	35,0	37,1	38,7	34,0	30,5
Водозабор в Каракумский, Каршинский и Амубухарский каналы	3,8	6,4	8,8	15,1	19,3	22,6	20,9
То же, % от суммарного водозабора.	17,0	22,5	21,8	32,0	32,4	35,6	36,0
То же, % от суммарного водозабора на участке Келиф-Тюямуюн.	67,0	79,0	69,3	80,3	76,3	75,1	75,2
Водозабор в Каракумский канал.	3,8	5,5	7,4	9,6	11,0	12,2	11,6
То же, % от суммарного водозабора.	17,0	19,4	18,4	20,3	18,5	19,2	20,0
То же, % от суммарного водозабора на участке Келиф-Тюямуюн.	67,9	67,9	58,3	51,1	43,5	40,5	41,7

Примечание: Водозабор без бассейна р. Пяндж.

выраженный отрицательный тренд (рис. 1). Так, в годы средней водности (1960 и 1980) сток воды у Нукуса сократился с 79% от притока из зоны формирования до 19% (табл. 2).

При практически равном притоке из зоны формирования в 1980 и 1985 годах сток в Тюямуюне уменьшился с 86 до 59%, а в Парла-

тау с 18 до 2% относительно притока из зоны формирования. В 80-е годы за пределы зоны потребления стока (Парлатау) уходило лишь 1-2% от притока воды из зоны формирования (табл. 2).

Таблица 2

Сток Амударьи в створах, замыкающих области его использования, % от притока

Расчетные створы	Годы						
	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Приток из зоны формирования, м ³ /с	2140	1742	2190	1880	2007	1968	2579
сток в створах, (%)							
Келиф (расчетный)	117	114	113	112	118	113	113
Керки	111	104	98	92	98	93	65
Чарджоу (расчетный)				82	99	93	54
Дарганата					86	58	55
Тюямун		96	84	76	86	59	49
Нукус	79	58	60	26	19	7	9
Кзылджар	81	64	54	23	18	7	3
Парлатау		57	56	22	18	2	1

Интенсивное истощение стока Амударьи в пределах среднего и нижнего течения связано, прежде всего, с ростом водозабора (рис. 1).

Вместе с тем процесс усугубляется и спецификой построения коллекторной сети в этом районе - лишь некоторая часть возвратных вод поступает в русло реки (табл. 3).

Если в верхнем течении (створ Келиф) в русло возвращается около четверти изъятых стока, то в среднем - лишь 10-17% (табл. 3).

Некоторое увеличение стока коллекторных вод имеет место на участке Чарджоу - Тюямун за счет двух магистральных коллекторов (Главного Левобережного и Главного Бухарского). В нижнем течении реки (ниже Тюямюна) сброс коллекторных вод в русло невелик, и к створу г. Нукус в реку возвращается лишь 10-11% стока, изъятых выше (табл. 3).

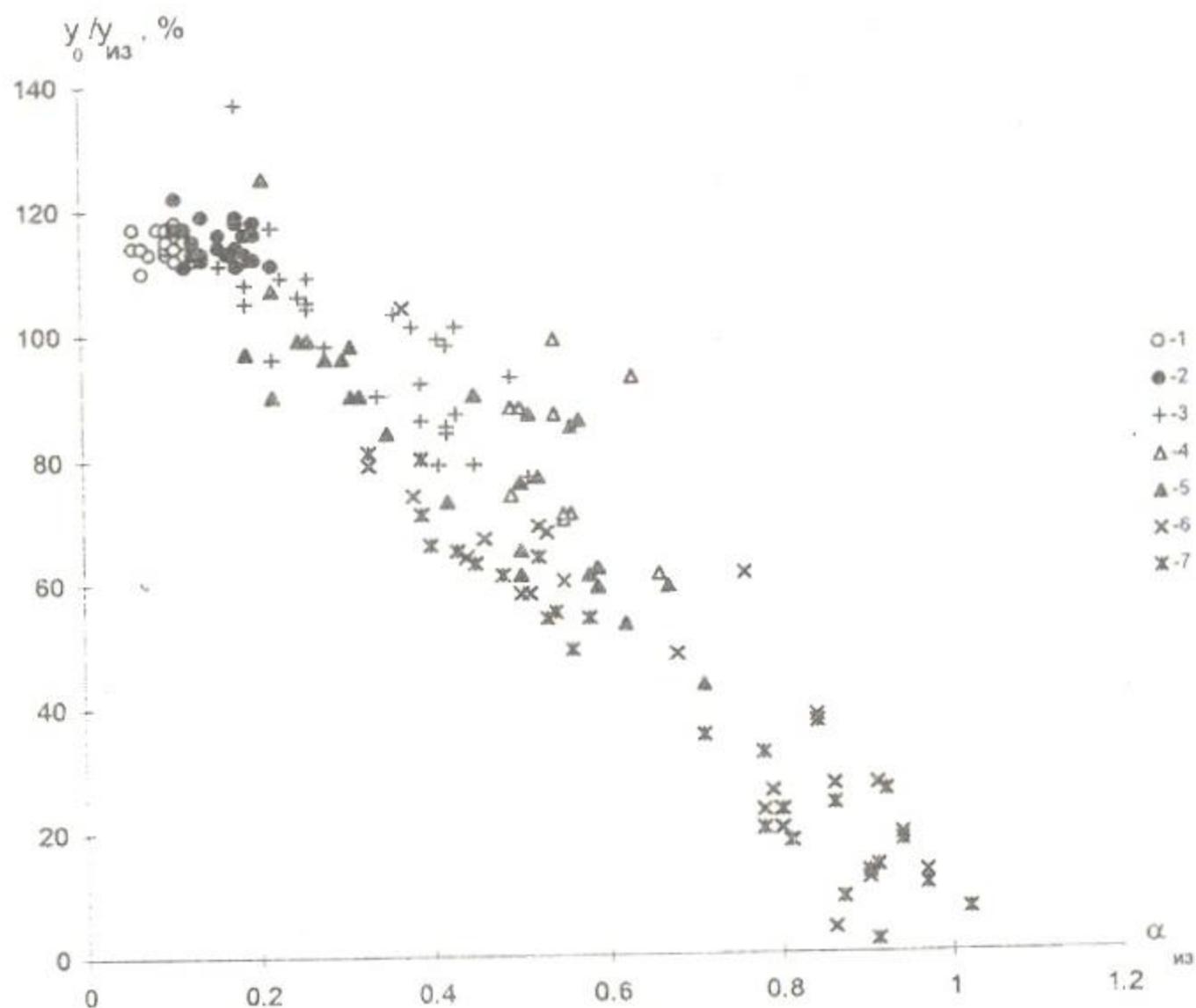


Рис. 1. Зависимость изменения стока р. Амударьи ($y_0/y_{из}$, % относительно притока из зоны формирования) от степени его изъятия ($\alpha_{из}$). 1 - Верховье, 2 - Келиф, 3 - Керки, 4 - Чарджоу, 5 - Тюямуюн, 6 - Нукус, 7 - Кзылджар.

Заметим, что коллекторные воды являются лишь частью возвратных вод. Их русловая составляющая уменьшается по мере удаления орошаемых массивов от русла реки и практически равна нулю для массивов, аналогичных зонам орошения Каракумского, Каршинского и Амубухарского каналов.

Уменьшение компенсирующей способности возвратных вод вниз по течению реки иллюстрирует рис. 1: при равном изъятии стока его убыль увеличивается вниз по течению реки. Аналогичная картина наблюдается в других реках региона [1].

Трансформация водного стока вниз по течению Амударьи сопровождалась увеличением его минерализации.

Сток коллекторно-дренажных вод в русло Амударьи
и ее составляющих (без р. Пяндж),
км³/год и % от величины водозабора

Замыкающий створ	Единицы измерения	Годы						
		1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Келиф	км ³	0,67	1,20	2,72	2,71	3,40	3,10	2,91
	%	9,4	14,0	23,8	25,5	30,7	26,9	23,6
Чарджоу	км ³				3,09	4,10	3,84	3,31
	%				10,9	12,1	9,9	8,8
Тюямуюн	км ³			3,84	4,35	5,98	6,27	5,61
	%			15,9	14,8	16,4	15,1	14,0
Нукус	км ³			4,03	4,57	6,17	6,77	6,27
	%			10,5	9,7	10,4	10,7	10,8

Изменение средней годовой минерализации во времени и по длине потока исследовалось по выражению

$$K_1 = (\Sigma U_1 / \Sigma U_\phi) 100\%$$

где K_1 - коэффициент трансформации минерализации в i -м замыкающем створе; ΣU_1 - средняя годовая минерализация в i -м замыкающем створе; ΣU_ϕ - то же в зоне формирования.

Коэффициент K_1 показывает изменение минерализации (в %) в створе, замыкающем область использования стока, относительно ее значений в зоне формирования.

Поскольку естественный фон минерализации воды Амударьи определяется ее значениями в реках Пяндж и Вахш, величина ΣU_ϕ рассчитана по уравнению смешения вод этих двух рек

$$\Sigma U_\phi = (\Sigma U_b * Q_b + \Sigma U_n * Q_n) / (Q_b + Q_n), \quad (4)$$

где ΣU_b и ΣU_n - средняя годовая минерализация воды в створах Вахш - Сарыгузар и Пяндж - пгт Нижний Пяндж; Q_b и Q_n - средние годовые расходы воды в тех же створах.

Минерализация воды Амударьи в створах Верхнеамударьинский и Верховье рассчитана по уравнению смешения вод с учетом качества воды в створах Пяндж - пгт Нижний Пяндж, Вахш - Тигровая балка и Кафирниган - кишл. Тартки.

В других створах (табл. 4) средние годовые значения минерализации получены с учетом ее измеренных значений по методике САНИГМИ [1].

Таблица 4

Прирост минерализации вниз по течению Амударьи,
в % от ее значений в зоне формирования

Расчетные единицы	Периоды расчета			
	1960-1969	1970-1976	1977-1982	1983-1990
Створы:				
Верхнеамударьинский		15	18	18
Верховье		12	14	15
Келиф		32	31	18
Керки	12	30	63	48
Чарджоу			76	94
Ильчик	26	34	67	97
Тюямуюн		84	99	127
Нукус	31	53	107	169
Кзылджар	20	91	106	190
Участки:				
Верхнеамударьинский -				
Верховье		-5	-4	-3
Верховье - Келиф		20	17	3
Келиф - Керки		-2	32	30
Керки - Чарджоу			13	46
Чарджоу - Ильчик			-9	3
Ильчик - Тюямуюн		50	32	30
Тюямуюн - Нукус		-31	8	42
Нукус - Кзылджар	-11	38	-1	21
Керки - Ильчик	14	4	4	49
Келиф - Кзылджар		59	75	172
Керки - Кзылджар	8	61	43	142

Результаты расчетов, представленные в табл. 4, показывают следующее.

В створах Верхнеамударьинский и Верховье минерализация воды возрастает незначительно - не более, чем на 18%.

Доля возвратных вод в створе Амударья - Верховье не превышает 8%, и это определяет стабильность минерализации (рис. 2).

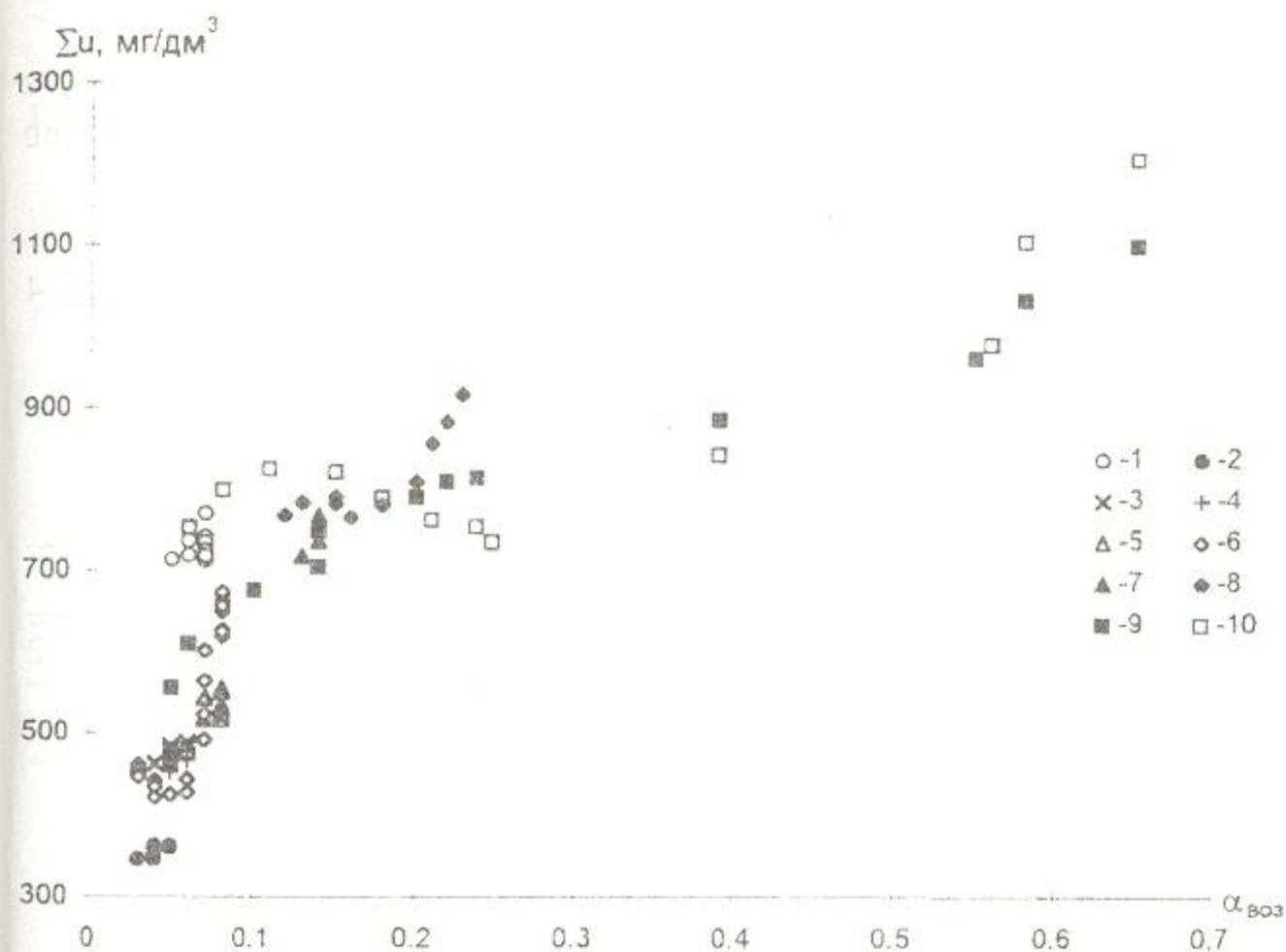


Рис 2. Зависимость средней годовой минерализации воды (Σ_i) Амударьи от доли возвратных вод ($\alpha_{\text{воз}}$) (среднее за 5 лет).

1 - Вахш - устье, 2 - Пяндж - Нижний Пяндж, 3 - Верховье, 4 - Верхнеамударьинская, 5 - Келиф, 6 - Керки, 7 - Чарджоу, 8 - Тюямюн, 9 - Нукус, 10 - Кзылджар.

На участке Верховье - Келиф наблюдается некоторый рост минерализации, связанный с увеличением доли возвратных вод в стоке реки. Однако, поскольку последняя невелика, а степень изъятия стока не превышает 20% (рис. 3), то и прирост минерализации в среднем за многолетие меняется слабо.

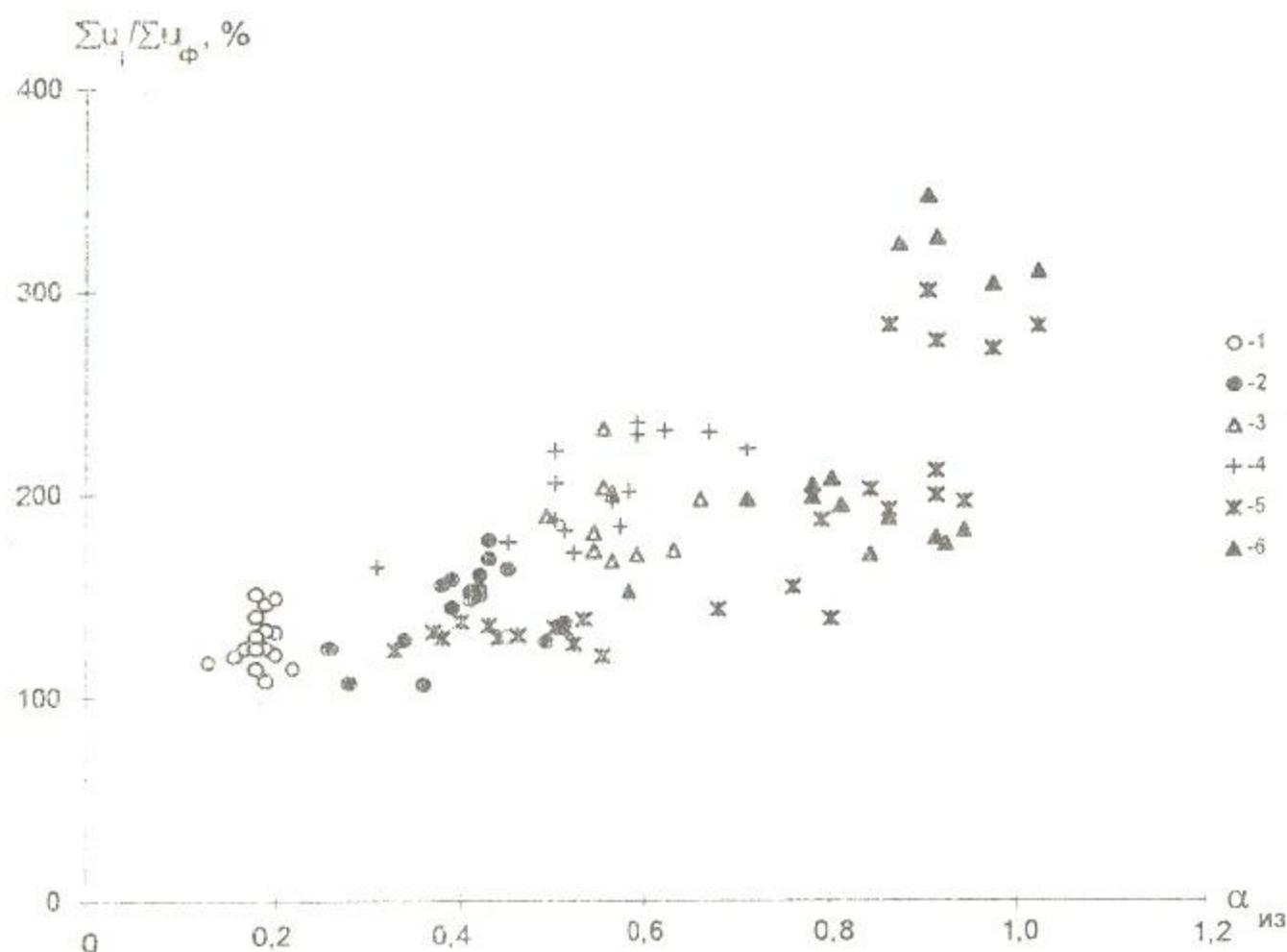


Рис. 3. Зависимость изменения средней годовой минерализации воды Амударьи ($\Sigma u_c / \Sigma u_\phi$) от степени изъятия стока ($\alpha_{из}$) (в % относительно значений в зоне формирования).

1 - Келиф, 2 - Керки, 3 - Чарджоу, 4 - Тюямуюн, 5 - Нукус, 6 - Кзылджар.

На участке Келиф - Керки в начале 70-х годов минерализация воды практически не менялась (табл. 4). В последующие годы она увеличивалась по мере роста доли возвратных вод (рис. 2) и увеличения изъятия стока (рис. 3).

На участке Керки - Чарджоу интенсивный рост минерализации наблюдается в последние годы, что может быть связано со строительством Султандагского сброса из Каршинской степи.

На участке Чарджоу - Ильчик минерализация практически не меняется (табл. 4), а до створа Тюямуюна возрастает по мере роста доли возвратных вод и степени изъятия стока (табл. 2, 3).

В целом по зоне интенсивного потребления стока (Келиф – Кзылджар) в 80-е годы минерализация в среднем возросла на 172% (относительно минерализации в зоне формирования стока) по сравнению с 59% в начале 70-х годов (табл. 4). В отдельные годы прирост минерализации может достигать 300% (рис. 3). Рост минерализации определяется увеличением изъятия стока из реки (рис. 3) и доли возвратных вод (рис. 2).

Ионный состав речных вод закономерно связан с ростом минерализации.

По мере роста антропогенных нагрузок концентрация всех основных шести ионов увеличивается во времени и по длине потока (табл. 5). Однако, темпы роста концентрации отдельных ионов различны.

Таблица 5

Изменение ионного состава воды Амударьи
в фазу спада половодья.

в % от значений в зоне формирования (Пяндж – Нижний Пяндж)

Створ	Расчетный период, годы	И о н ы				
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
г. Керки	1959-1965	124	92	104	151	80
	1966-1975	147	135	94	238	112
	1976-1988	139	235	131	282	174
кишл. Ильчик	1959-1965	132	88	109	149	84
	1966-1975	156	136	102	248	106
	1976-1988	157	286	127	378	185
ст. Дарганата	1975-1988	181	320	148	465	258
теснина Тюямун	1959-1975	145	195	119	206	108
	1976-1989	200	330	103	433	228
г. Нукус	1959-1965	127	128	101	164	100
	1966-1975	153	153	107	232	132
	1976-1988	198	322	113	448	225
кишл. Кзылджар	1966-1975	166	182	116	285	160
	1976-1988	242	420	120	625	334

Так, например, концентрация ионов кальция в створе кишл. Кзылджар возросла в 1976-1988 годах по сравнению с зоной формирования в 2,4, а магния - в 4,2 раза. Концентрация гидрокарбонатов возросла в 1,2 раза, а сульфатов - в 6,2 раза (табл. 5).

В результате различной интенсивности увеличения отдельных ионов с ростом минерализации меняется соотношение ионов (табл. 6).

Таблица 6

Соотношение ионов в воде Амударьи
на спаде половодья в % экв.

Створ	Расчетный период, годы	И о н ы					
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
г. Керки	1959-1965	18	19	13	25	7	18
	1966-1975	12	24	14	22	8	20
	1976-1988	13	21	16	16	11	13
кишл. Ильчик	1959-1965	18	19	13	25	7	18
	1966-1975	13	24	13	23	8	19
	1976-1988	11	24	15	15	12	23
теснина Тюямун	1959-1975	16	20	14	23	12	15
	1976-1989	8	25	17	18	13	19
г. Нукус	1959-1965	16	19	15	23	10	17
	1966-1975	13	21	16	22	9	19
кишл. Кзылджар	1966-1975	12	22	16	20	9	21
	1976-1988	6	26	18	16	11	23

В пределах каждого створа в последние годы возросло относительное содержание сульфатов и хлоридов в анионной группе и магния, натрия с калием - в катионной. Аналогичный процесс происходит и по длине потока. Если в створе г. Керки в среднем за 1976-1988 годы сумма сульфатов и хлоридов составляла 37 % экв., то в створе кишл. Кзылджар - 44 % экв. Относительное содержание в катионной группе практически не изменилось (табл. 6).

Концентрацию так называемых токсичных ионов характеризует табл. 7.

Таблица 7

Средняя многолетняя концентрация токсичных ионов
в воде Амударьи, мг/дм³

Створ	Концентрация в среднем за годы							
	1961-1965				1986-1990			
	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
Верхнеамударьинский	12	50	100	55	12	50	100	55
р. Керки	14	55	120	70	23	82	190	110
кишл. Ильчик	18	65	145	83	36	130	295	170
теснина Тьямуюн	32*	115*	265*	156*	39	140	312	182
р. Нукус	19	70	155	90	46	165	370	218
кишл. Кзылджар	16	60	135	75	47	165	378	220

Примечание. * - сведения за 1971-1975 годы.

В верхнем течении реки (Верхнеамударьинский) концентрация этих ионов практически не меняется, а в среднем и нижнем течении - возрастает во времени и по длине потока. В нижнем течении концентрация магния даже в среднем за ряд лет превышает ПДК (табл. 7).

Статистический анализ соотношения отдельных ионов с их суммой показал, что при минерализации выше 800 мг/дм³ концентрация магния, а также сумма сульфатного и хлоридного ионов превышают ПДК.

В створах Чарджоу и Ильчик средняя годовая минерализация в отдельные годы достигает этого рубежа. Ниже теснины Тьямуюн средняя годовая минерализация практически не бывает ниже 800 мг/дм³. Следовательно, здесь наблюдается превышение средних годовых ПДК магния и сумм сульфатов и хлоридов.

При минерализации 1000 мг/дм³ и выше наблюдается превыше-

ние ПДК натрия и калия, а при минерализации выше 1250 мг/дм^3 - сульфатов.

Такая ситуация возникает в нижнем течении Амударьи (ниже Нукуса). Заметим, что значения минерализации в отдельные фазы гидрологического режима могут существенно отличаться от средних годовых.

В створе г. Термез минерализация выше 800 мг/дм^3 наблюдается, главным образом, в январе - апреле. В створах г. Керки и г. Чарджоу минерализация ниже 800 мг/дм^3 имеет место лишь в июне - августе. В створах кишл. Ильчик и водокачка станции Дарганата такая минерализация в виде отдельных случаев наблюдается и в июле - августе, а ниже по течению реки - в течение всего года.

Минерализация выше 1000 мг/дм^3 в створе г. Термез встречается в единичных случаях в феврале - апреле, в створах Керки - Чарджоу - с октября по апрель, а ниже по течению - в любое время года.

Таким образом, если в верхнем течении Амударьи критические значения (превышающие ПДК) магния, сульфатного и хлоридного ионов бывают, главным образом, в межень, то в среднем и нижнем течении - практически в течение всего года.

Жесткость воды Амударьи в створах Термез и Чарджоу колеблется в июле - сентябре от $4,4 \text{ мг-экв./дм}^3$ до $7,6 \text{ мг-экв./дм}^3$. В январе - марте значения жесткости превышают ПДК, в створах Дарганата и Тюямуюн жесткость превышает ПДК уже с сентября по июнь, а в створе г. Нукус - в течение всего года.

Анализ исходной информации по биогенному режиму Амударьи (табл. 8) позволяет сказать следующее.

Кислородный режим реки на протяжении всего русла не выходит за пределы ПДК. Показатель ХПК увеличивается во времени и по длине потока, что свидетельствует об увеличении загрязнения реки. В нижнем бьефе Тюямуюнского водохранилища этот показатель превышает ПДК (или близок к нему) практически в течение всего года. Резкое увеличение концентрации железа в створах Керки, Ильчик и Дарганата вероятнее всего связано с методическими погрешностями анализов. Показатели ХПК в 30-56%, а БПК₅ -

Средняя за 1970-1990 годы концентрация биогенных веществ в воде Амударьи, мг/дм³

Сезон	Концентрация								
	CO ₂	O ₂	БПК ₅	ХПК	Fe	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	P
г. Термез									
I-III	2.54	0.55	1.24	13.6	0.04	0.04	1.12	0.008	0.013
IV-VI	2.55	8.79	1.74	13.4	0.06	0.12	1.78	0.011	0.022
VII-IX	2.59	7.10	1.29	13.3	0.09	0.07	0.90	0.028	0.022
X-XII	3.20	10.4	1.29	16.6	0.06	0.03	0.90	0.007	0.007
г. Керки									
I-III		11.9	1.49	10.2	1.76	0.14	3.58	0.015	0.007
IV-VI				11.4	1.35	0.13	2.00	0.025	0.011
VII-IX		9.67	1.07	11.5	1.67	0.17	0.64	0.009	0.007
X-XII				11.6			2.69	0.014	0.010
г. Чарджеу									
I-III				10.2		0.07	1.28	0.007	
IV-VI		10.0	0.06	11.7	0.96	0.13	1.04	0.022	
VII-IX				13.6			0.68	0.015	
X-XII	0.97	9.33	1.67	11.0			1.48	0.012	
кишл. Ильчик									
I-III		12.2	0.86	11.3	1.61	0.07	2.80	0.019	0.015
IV-VI		9.94	0.87	13.5	1.90	0.16	2.60	0.064	0.009
VII-IX		9.04	1.08	16.8	1.85	0.09	0.58	0.018	0.005
X-XII		9.94	0.97	11.9	1.24	0.09	2.46	0.006	0.011
вдкч. ж.-д. ст. Дарганата									
I-III				16.0		0.08	2.72	0.035	0.036
IV-VI		7.76	1.28	12.2	2.56	0.30	1.58	0.025	0.011
VII-IX		7.95	1.20	9.08		0.16	1.03	0.018	0.006
X-XII		9.09	1.05	15.2		0.12	1.49	0.024	0.013
теснина Тюямуюн									
I-III	1.76			14.8	0.04	0.23	1.06	0.017	0.013
IV-VI	0.11	10.1	2.37	15.2	0.04	0.09	1.15	0.020	0.014
VII-IX	1.81	9.08	2.16	14.6	0.06	0.14	1.07	0.026	0.017
X-XII		10.8		17.0	0.04	0.13	1.13	0.013	0.014
г. Нукус									
I-III	0	12.5	0.78	16.7	0.03	0.07	1.26	0.007	0.009
IV-VI	0	8.11	1.26	14.9	0.06	0.08	0.60	0.013	0.025
VII-IX	0	7.03	1.02	14.4	0.06	0.05	0.70	0.015	0.017
X-XII	0	9.16	1.07	16.0	0.05	0.05	0.57	0.018	0.011

в 7-39% случаев превышают ПДК. Превышение ПДК железа имеет место в 66-91% случаев, наблюдаются единичные случаи превышения ПДК нитратного азота.

Анализ концентрации загрязняющих веществ в воде Амударьи показывает, что практически по всей длине реки (от Термеза до Нукуса) наблюдаются случаи превышения ПДК нефтепродуктов и фенолов. В Термезе и Нукусе зафиксированы случаи превышения ПДК ртути, а в Нукусе - фтора и мышьяка.

По сумме лимитирующих показателей первого и второго классов опасности воды Амударьи на участке Термез - Нукус не пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Выводы:

1. За исследуемый период резко увеличился водозабор из Амударьи в ее среднем и нижнем течении. В среднем течении из русла реки изымается около половины ее водных ресурсов и примерно треть - в нижнем течении. Треть суммарного водозабора приходится на трансмагистральные каналы: Каракумский, Каршинский и Амубухарский.

2. Рост водозабора в каналы среднего и нижнего течения реки привел к резкому снижению стока в русле, так как компенсирующая возможность возвратных вод, в отличие от верхнего течения, в этом районе невелика: лишь около 10% воды, забранной на орошение, возвращается в русло в виде коллекторных вод.

3. С ростом изъятия стока из русла реки и повышения доли возвратных вод в нем увеличивается минерализация. Наибольший прирост ее имеет место в среднем и нижнем течении реки.

4. Рост минерализации воды связан с увеличением всех основных шести ионов, но наиболее интенсивно возрастает концентрация магния, натрия, сульфатов и хлоридов. Это приводит к трансформации гидрокарбонатно - кальциевых вод в верхней части бассейна в хлоридно - натриевые - магниевые - в нижнем течении.

5. Вниз по течению Амударьи увеличивается концентрация нефтепродуктов, фенолов и показателя ХПК. Все это свидетельствует о росте загрязнения воды в реке.

Список литературы

1. Р у б и н о в а Ф. Э. Влияние водных мелиораций на сток и гидрохимический режим рек бассейна Аральского моря // Труды САНИГМИ. - 1987. - Вып. 124(205). - 160 с.