

СЕКЦИЯ III. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

ПОДСЕКЦИЯ 1. ЭКОЛОГИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ, ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И СИСТЕМА КОНТРОЛЯ

В.А. Николаенко

САНИИРИ им. В.Д. Журина

Содержание любого вида оценки подразумевает наличие “объекта” оценки (качественное и количественное состояние поверхностных вод), “субъекта” оценки (позиций с которых она ведется) и критериев оценки. Качественное многообразие “объектов” оценки, разнообразие позиций, с которых ведется оценка и применяемых для этого критериев определяет разнообразие и сложное переплетение методов и приемов оценочных исследований, которые в свою очередь обуславливают многообразие получаемых при этом результатов. Для оценки водных объектов их классифицируют по различным признакам, характеристикам, категориям, отражающим природные особенности водного объекта, учитываемые при его комплексном использовании и охране и выражаемые качественными (сравнительными) и количественными показателями.

К настоящему времени разработано большое количество методов оценки качества воды. Принципы оценки, положенные в основу методов, также различны. Ряд предложенных методов создан с целью учета временного и пространственного распространения загрязненности. Некоторые методы рассчитаны на определенное качество воды отдельных проб [2-9, 18]. Качество вод различных водных объектов оценивается по сходным параметрам и, в зависимости от целевого предназначения, отличаются нормативными требованиями и предельно-допустимой концентрацией (ПДК) этих параметров.

В настоящее время, практически во всех странах, имеются нормативные документы и методические рекомендации для оценки хозяйственного качества воды: для питьевого водопользования, рыбохозяйственных целей, орошения [11-13, 16-19]. Оценка качества воды, при этом, проводится по установленным параметрам: химическим, гидробиологическим и микробиологическим показателям. В тоже время, нормативных документов по оценке экологического качества нет. Под экологической оценкой понимается определение состояния среды жизни или степени воздействия на нее каких-то факторов [2].

Следует отметить, что до 70-х годов регламентация поступления загрязняющих веществ химической природы осуществлялась с помощью двух систем ПДК: санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных. В середине 70-х годов была предпринята попытка объединить эти две системы ПДК. Именно в этот период возникла идея так называемых экологических ПДК, т.е. “нормирование посторонних веществ с целью обеспечения экологического благополучия водоема”. По существу речь идет об “экологическом” нормировании загрязняющих веществ или об “экологической” нейтральной концентрации загрязняющих веществ [8]. Такой подход отражал сложившуюся к тому времени парадоксальную ситуацию: качество воды оценивали только по одному критерию: есть или нет в воде токсические вещества, а если есть, то в каких концентрациях. При этом, вне поля зрения осталось то обстоятельство, что качество воды для гидробионтов в процессе их многомиллионной эволюции определялось колебаниями абиотических и биотических факторов водной среды. Отсюда следует, что оптимальный уровень, диапазон, интенсивность и длительность изменений экологических параметров водной среды и есть экологические критерии качества воды для гидробионтов. Поэтому, при разработке экологических ПДК ведущее значение приобретает представление о физиологической норме и физико-биохимических индикаторах состояния гидробионтов, о пороговых и критических уровнях того или иного фактора.

Одну из первых оценок качества поверхностных вод, построенную на экосистемном принципе предложил в 1974 и 1983 гг. В.Н. Жукинский с соавторами [7]. Впоследствии, была разработана классификация качества поверхностных вод суши на экологическом принципе. Это означает, что показатели состава и свойств воды, определяющие её природные качества, рассматриваются как индикаторы структурно-функционального состояния экосистем. Большинство этих показателей характеризует не только качество воды, но одновременно и трофность водных экосистем. Однако следует отметить, что, несмотря на положительные стороны этой классификации, она громоздка, включает большое количество гидрофизических, гидрохимических, гидробиологических и бактериологических показателей, для определения которых необходимо проводить специальные комплексные исследования.

УМЗ Главгидромета РУз оценивает экологическое состояние водных объектов индикаторным методом. В качестве индикатора используется перифитон [15]. Недостатком этого метода оценки является ограниченность репрезентативных параметров, которые характеризовали бы как биотические, так и абиотические факторы среды гидроэкосистем. Кроме этого, для сбора информации необходимо проводить трудоёмкие исследования.

Таким образом, из вышесказанного становится очевидным, что проблема классификации экосистем водных объектов по различным признакам сложная. И хотя имеются определенные научно-практические обоснования к ее решению, однако окончательно эта проблема не завершена и требует дальнейших решений, особенно для регионов центральноазиатских республик, где водные ресурсы имеют комплексное предназначение, как природно-ландшафтное, так и народнохозяйственное.

Учитывая вышеизложенное, нами разработана “Комплексная гидроэкосистемная классификация” (КГЭСК), позволяющая оценивать как экологическое, так и хозяйственное качество воды различных по генезису водных объектов республик Центральной Азии [20].

При разработке КГЭСК водных объектов были приняты следующие основные принципы:

1. Принцип экологического реализма, который заключается в правильном, научном понимании характера и силы экологических воздействий на хозяйство и жизнь человека, в представлении о неизбежности ограниченного преобразования природы для хозяйственных целей, целесообразности сохранения экологического равновесия и рациональности максимальной адаптации человеческого хозяйства, всего уклада жизни к условиям меняющейся природной среды.

2. Принцип комплексности, который заключается в понимании того, что водные ресурсы ЦАР являются основой, прежде всего, для существования человека и его благополучия, которые в свою очередь, связаны с экологическим благополучием водных объектов. Поэтому КГЭСК должна служить для комплексной оценки состояния гидроэкосистем с учетом экологических и хозяйственных потребностей.

3. Принцип репрезентативной достаточности параметров качества воды, который заключается в понимании того, что при оценке экологического и хозяйственного качества воды невозможно учесть бесконечное разнообразие свойств водного объекта. Поэтому, необходимо учитывать две противоположные тенденции: стремление учесть максимально возможное число свойств и необходимость уменьшить их количество по чисто техническим причинам.

Основные критерии выбранные для отражения состояния абиотической и биотической среды учитывают различные признаки состава и свойств водных объектов: гидрохимические, гидробиологические и биолого-бактериологические.

Исторический анализ состояния водных объектов бассейна Аральского моря показал, что до 60-х годов хозяйственная деятельность человека оказывала на них слабое воздействие, не влекущее за собой существенных структурных перемен. Кризисное состояние водных ресурсов началось в 70-80 годы, когда скорость антропогенных воздействий на гидроэкосистемы стала нарушать их структуру и темпы самовосстановления. В эти годы возникли новые водные объекты – ирригационно-сбросовые озера, являющиеся аккумуляторами коллекторно-дренажных вод. Возросло количество искусственных водных объектов: оросительных каналов, коллекторов, водохранилищ. Возникли заболоченные и периодически затопляемые гидроэкосистемы.

Таким образом, к настоящему времени в Республиках Центральной Азии имеются различные по генезису гидроэкосистемы. Их можно классифицировать на три основных класса: 1- проточные (лотические); 2- малопроточные и не проточные (лентические); 3-заболоченные и периодически затопляемые. Каждый класс этих гидроэкосистем можно подразделить на три группы, в зависимости от источников питания: природные, антропогенные и смешанные.

К проточным природным водным объектам отнесены крупные, средние и мелкие реки, а также ручьи. К проточным антропогенным водным объектам следует отнести каналы, коллекторно-дренажную сеть и русловые водохранилища объемом до 50 млн.м³. К мало- и непроточным водным

объектам природного происхождения следует отнести горные и предгорные озера, а к водным объектам этого класса антропогенного происхождения – ирригационно-сбросные озера, пруды, водохранилища наливные и водохранилища русловые объемом более 50 млн.м³.

КГЭСК водных объектов включает три соподчиненные ей части классификаций:

1. Классификация водных объектов по степени солёности (минерализации).
2. Классификация водных объектов по ионному составу.
3. Классификация водных объектов по эколого-санитарным параметрам.

Классификация водных объектов по степени солёности воды

Данная классификация включает 10 классов и учитывает разнообразие солёности водотоков и водоемов ЦАР относящихся к различным генетическим типам – от гипогалинных до ультрагалинных вод. Диапазон солёности каждого класса определен как с экологических, так и с хозяйственных позиций пригодности вод. С одной стороны, для обитания биогидроценозов в определенной по солёности среде, а с другой, для хозяйственных целей (табл. 1). Экологическая и хозяйственная оценка качества воды гидроекосистем по степени солёности представлена в табл.2.

Классификация водных объектов по ионному составу

Данная классификация сочетает принцип деления химического состава воды по преобладающим ионам с делением по количественному соотношению между ними (по О.А. Алекину) [1]. Преобладающие считаются ионы с наибольшим относительным содержанием в процентах в пересчете на количество вещества эквивалента. По преобладающему аниону природные воды делятся на три класса:

- 1 – гидрокарбонатных и карбонатных вод (большая часть маломинерализованных природных вод);
- 2 – сульфатных вод (промежуточные, между гидрокарбонатными и хлоридными водами, генетически связаны с различными осадочными породами);
- 3 – хлоридных вод (высокоминерализованные воды ирригационно-сбросовых озер).

Каждый класс по преобладающему катиону подразделяется на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую. Каждая группа, в свою очередь, подразделяется на четыре типа вод, определяемых соотношением между содержанием ионов в процентах в пересчете на количество вещества эквивалента (табл. 3).

Классификация водных объектов по эколого-санитарным параметрам

Эколого-санитарная классификация (ЭСК) разработана для проточных и мало – и непроточных водных объектов (гидроекосистем).

Качество вод различных по генезису гидроекосистем оценивается шестью классами:

I - очень чистая; II – практически чистая; III – слабо загрязненная; IV – умеренно загрязненная; V – грязная; VI – очень грязная. Специфические водные объекты, к которым относятся уникальные, заповедные, бальнеологические и эстетические водоемы и водотоки отнесены к нулевому классу. Для них должны устанавливаться индивидуальные нормы эколого-санитарного состояния.

В состав каждого класса (кроме нулевого) входят пять групп, включающих репрезентативные параметры качества воды:

1. Группа А, включает четыре параметра характеризующих содержание неорганических веществ (азот аммония, азот нитратов, фосфаты и растворенный кислород).
2. Группа Б, содержит два параметра характеризующих количество общих органических веществ (БПК полное, ХПК).
3. Группа В, включает три параметра характеризующих содержание биолого-бактериологических веществ (биомасса фитопланктона, численность бактериопланктона, численность сапрофитных бактерий). В эту группу можно включить дополнительные параметры: коли-индекс и индекс сапробности.
4. Группа Г, включает три параметра характеризующих содержание неорганических промышленных загрязняющих веществ (медь, цинк, хром шестивалентный). Эта группа может быть дополнена еще тремя параметрами: фтор, ртуть, свинец.
5. Группа Д, включает три параметра характеризующих концентрацию органических промышленных и сельскохозяйственных загрязняющих веществ (фенолы, нефтепродукты, хлорорганические пестициды). Сюда можно включить еще один параметр - СПАВ.

Всего КГЭСК содержит 21 параметр эколого-санитарного качества воды, из которых 15 основных репрезентативных параметров и 6 дополнительных. Для каждого параметра определенного класса качества воды (ККВ) установлены контрольные, предельные величины показателей (табл. 4, 5). Для всех параметров ухудшение качества воды связано с ростом их концентраций, кроме растворенного кислорода, где наоборот, с уменьшением концентрации – ухудшается качество воды.

Таблица 1

Классификация гидрокосистем по степени солености (г/л)

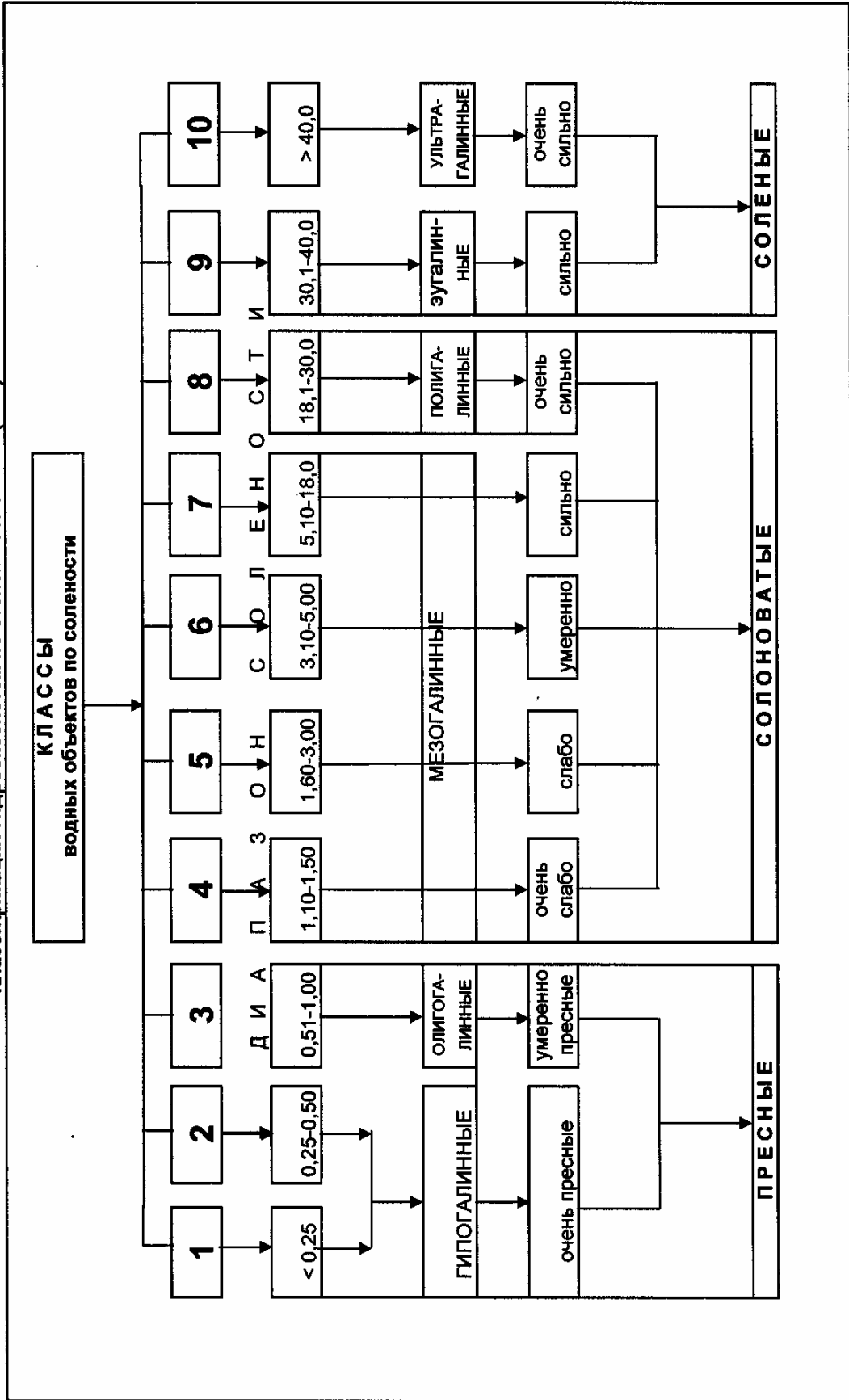


Таблица 2

Оценка качества воды водных объектов по степени солености

		Оценка пригодности вод
Класс солености	Градация солености	
1	< 0,25	Вода очень пресная. Обитают гидробионты гипогалинных форм. Малоприспособленная для орошения. Пригодная для рекреации.
2	0,25-0,50	Вода очень пресная. Обитают гидробионты гипогалинных форм. Отличная для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд. Пригодна для орошения всех сельскохозяйственных культур на различных типах почв. Пригодна для рекреации.
3	0,51-1,00	Вода умеренно пресная. Обитают гидробионты олигогалинных форм. Пригодна для различных народнохозяйственных целей (питьевое водопользование, рыбохозяйственные цели, орошение). Верхняя граница солености-предельно-допустимая концентрация для питьевого водопользования.
4	1,10-1,50	Вода очень слабо солоноватая. Обитают гидробионты мезогалинных форм. Пригодна для питьевого водопользования не более 2-3 месяцев в году. Пригодна для орошения культур с умеренной и достаточно хорошей дренированностью.
5	1,60-3,00	Вода слабо солоноватая. Обитают гидробионты мезогалинных форм. Не пригодна для хозяйственно-питьевого водопользования. Малоприспособлена для большинства не солеустойчивых сельскохозяйств. Пригодна для рыбохозяйственных целей и рекреации.
6	3,10-5,00	Вода умеренно солоноватая. Обитают гидробионты мезогалинных форм. Не пригодна для хозяйственно-питьевых нужд и вредная для орошения большинства сельскохозяйств. Пригодна для рыбохозяйственных целей и рекреации.
7	5,10-18,0	Вода сильно солоноватая. Обитают мезогалинные формы гидробионтов. Не пригодна для большинства видов водопользования. Пригодна для рыбохозяйственных целей и рекреации.
8	18,1-30,0	Вода очень сильно солоноватая. Обитают полигалинные формы гидробионтов. Может иметь рыбохозяйственное значение для выращивания отдельных видов рыб и использоваться для рекреации.
9	30,1-40,0	Вода сильно соленая. Обитают эугалинные формы гидробионтов. Не пригодна для хозяйственного водопользования, кроме выращивания морских рыб. Пригодна для рекреации.
10	> 40,0	Вода очень сильно соленая. Обитают ультрагалинные формы гидробионтов. Практически не пригодна для рыбохозяйственных целей и рекреации.

Классификация гидроэкосистем по ионному составу

КЛАССЫ	Гидрокарбонатные (C)			Сульфатные (S)			Хлоридные (CL)		
	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
ТИПЫ	I; II; III	I; II; III	I; II; III	II; III; IV	II; III; IV	I; II; III	II; III; IV	II; III; IV	I; II; III

↓

ТИПЫ ВОД (% экв)

↓

I. $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ II. $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ III. $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ или $\text{CL}^- > \text{Na}^+$ IV. $\text{HCO}_3^- = 0$

Количественные критерии контрольных параметров были определены на основании результатов многолетних гидрохимических и биологических исследований водоемов и водотоков ЦАР, с учетом стандартов качества воды для водных объектов используемых для различных целей народного хозяйства. Эколого-санитарное качество воды можно оценивать методом расчета рангов, которые определены для каждого ККВ.

Градациям шкалы эколого-санитарного качества воды присвоены ранги от 1 до 6. По мере степени загрязнения воды увеличиваются значения рангов.

Расчет рангов проводится по следующим формулам:

- Для параметров всех групп, кроме растворенного кислорода:

$$R_{A,B,V,G,D} = [(C_n - C_{\text{мин.}}) K + R_{\text{мин.}}] \quad (1)$$

- Для растворенного кислорода (O_2):

$$RO_2 = [(C_{\text{макс.}} - C_n) K + R_{\text{мин.}}] \quad (2)$$

где C_n – концентрация параметра качества воды наблюдаемая;

$C_{\text{мин.}}$, $C_{\text{макс.}}$ – минимальные и максимальные границы концентраций параметров качества воды по классам (табл. 4, 5);

$R_{\text{мин.}}$ – минимальный ранг в определенном классе качества воды;

K – коэффициент рассчитываемый по формуле:

$$K = 0,99 / (C_{\text{макс.}} - C_{\text{мин.}}) \quad (3)$$

В табл. 6 представлена обобщенная эколого-санитарная оценка качества воды гидроэкосистем, включающая характеристику качества воды по классам и связанные с ними характеристики зон сапробности, уровней трофности, степени антропогенного воздействия.

В табл. 7 дана общая оценка хозяйственного качества воды по классам качества.

Таблица 4

Эколого-санитарная классификация проточных (лотических) гидрозкосистем
(Реки, каналы, водохранилища русловые объемом до 50 млн м³)

КЛАСС качества воды	Характеристика класса качества воды	Ранг качества воды	Репрезентативные параметры качества воды по группам										
			Группа А					Группа Б			Группа В		Коли-индекс (КИ), ШТ/ДМ ³
			O ₂ , % насыщения	N - NH ₄ ⁺ , мг N/л	N - NO ₃ ⁻ , мг N/л	P - PO ₄ ³⁻ , мг P/л	БПКполн., мг O ₂ /л	ХПК, мг O/л	БФ, мг/л	ЧБ, млн.кл/мл	ЧСБ, тыс.кл/мл		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
I	Очень чистая	1 - 1,99	91 - 100	0,01 - 0,10	0,05 - 0,50	0,001 - 0,03	0,1 - 1,2	1,0 - 7,0	0,1 - 0,5	0,3 - 0,5	0,1 - 0,5	1	
II	Практически чистая	2 - 2,99	81 - 90	0,11 - 0,30	0,51 - 1,00	0,031 - 0,05	1,3 - 1,5	8,0 - 14,0	0,6 - 1,0	0,6 - 2,5	0,6 - 1,0	2	
III	Слабо загрязненная	3 - 3,99	61 - 80	0,31 - 0,50	1,01 - 1,50	0,051 - 0,10	1,6 - 3,0	15,0 - 25,0	1,1 - 5,0	2,6 - 5,0	1,1 - 5,0	3	
IV	Умеренно загрязнен.	4 - 4,99	51 - 60	0,51 - 1,00	1,51 - 2,00	0,11 - 0,20	3,1 - 5,0	26,0 - 40,0	5,1 - 10,0	5,1 - 7,0	5,1 - 7,0	4 - 10	
V	Грязная	5 - 5,99	31 - 50	1,10 - 2,50	2,10 - 2,50	0,21 - 0,30	5,1 - 10,0	41,0 - 60,0	10,1 - 50,0	7,1 - 10,0	7,1 - 10,0	11 - 50	
VI	Очень грязная	6 и более	< 31	> 2,50	> 2,50	> 30	> 10,0	> 60,0	> 50,0	> 10,0	> 10,0	> 50	

КЛАСС качества воды	Индекс сапробности (ИС)	Группа Г (мг/л)										Группа Д (мг/л)		
		Cu, x10 ⁻³	Zn, x10 ⁻³	Cr ⁶⁺ , x10 ⁻³	Hg, x10 ⁻⁴	Pb, x10 ⁻³	F	Фенолы (Ф)	Нефте-продукты (Н)	Пестициды (ГХЦГ+ДДТ) x10 ⁻³ (П)	СПАВ			
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	24		
I	0,5 - 1,0	0,5 - 1,0	0,5 - 1,0	0,05 - 0,1	0	0,5 - 1,0	0,10 - 0,50	0	0	0	0	0		
II	1,1 - 1,5	2,0 - 4,0	2,0 - 5,0	0,2 - 0,5	0,1 - 1,0	1,1 - 7,0	0,51 - 0,65	< 0,001	0,01 - 0,03	0,01 - 0,9	0,01 - 0,05	0,01 - 0,05		
III	1,6 - 2,5	5,0 - 10,0	6,0 - 10,0	0,6 - 1,0	2,0 - 5,0	7,1 - 30	0,66 - 0,75	0,002 - 0,005	0,04 - 0,06	1,0 - 3,0	0,06 - 0,10	0,06 - 0,10		
IV	2,6 - 3,5	11,0 - 20	11,0 - 20	1,1 - 10,0	6,0 - 10	31 - 50	0,76 - 1,00	0,006 - 0,010	0,07 - 0,10	4,0 - 6,0	0,11 - 0,50	0,11 - 0,50		
V	3,6 - 4,0	21 - 100	21 - 100	11,0 - 50	11,0 - 50	51 - 100	1,10 - 1,50	0,011 - 0,050	0,11 - 0,30	7,0 - 10	0,51 - 2,00	0,51 - 2,00		
VI	> 4,0	> 100	> 100	> 50	> 50	> 100	> 1,50	> 0,050	> 0,30	> 10	> 2,00	> 2,00		

Примечание: БФ - биомасса фитопланктона;
ЧБ - численность бактериопланктона;
ЧСБ - численность сапрофитных бактерий.

Таблица 5

Эколого - санитарная классификация мало - и непроточных (лентических) гидроэкосистем
(Озера природные и ирригационно-сбросовые, водохранилища наливные и русловые объемом более 50 млн.м³)

КЛАСС качества воды	Характеристика класса качества воды	Ранг качества воды	Репрезентативные параметры качества воды по группам														
			Группа А					Группа Б					Группа В				
			O ₂ % насы- щения	N - NH ₄ ⁺ , мгN/л	N - NO ₃ , мгN/л	P - PO ₄ ³⁻ , мгP/л	БПКполн., мгO ₂ /л	ХПК, мгO/л	БФ, мг/л	ЧБ, млн.кл/мл	ЧСБ, тыс.кл/мл	Коли-ин- декс (КИ), шт/дм ³					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
I	Очень чистая	1 - 1,99	81 - 100	0,01 - 0,05	0,01 - 0,30	0,001 - 0,01	0,1 - 1,0	1,0 - 5,0	0,1 - 0,5	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	1					
II	Практически чистая	2 - 2,99	71 - 80	0,06 - 0,10	0,31 - 0,50	0,011 - 0,015	1,1 - 1,3	6,0 - 10,0	0,6 - 1,0	0,4 - 2,0	0,4 - 0,6	2					
III	Слабо загрязненная	3 - 3,99	61 - 70	0,11 - 0,20	0,51 - 1,00	0,016 - 0,02	1,4 - 3,0	11,0 - 20,0	1,1 - 5,0	2,1 - 4,0	0,7 - 3,0	3					
IV	Умеренно загрязнен.	4 - 4,99	41 - 60	0,21 - 0,50	1,10 - 1,50	0,021 - 0,05	3,1 - 4,0	21,0 - 30,0	5,1 - 10,0	4,1 - 6,0	3,1 - 6,0	4 - 10					
V	Грязная	5 - 5,99	21 - 40	0,51 - 1,00	1,51 - 2,00	0,051 - 0,10	4,1 - 7,0	31,0 - 50,0	10,1 - 50,0	6,1 - 10,0	6,1 - 10,0	11 - 50					
VI	Очень грязная	6 и более	< 21	> 1,00	> 2,00	> 0,10	> 7,0	> 50,0	> 50,0	> 10,0	> 10,0	> 50					

КЛАСС качества воды	Индекс сапробности (ИС)	Группа Г (мг/л)										Группа Д (мг/л)									
		Cu, x10 ⁻³		Zn, x10 ⁻³		Cr ⁶⁺ x10 ⁻³		Hg, x10 ⁻⁴		Pb, x10 ⁻³		F		Фенолы (Ф)		Нефте-продукты (Н)		Пестициды (ГХЦГ+ДДТ) x10 ⁻³ (п)		СПАВ	
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24										
I	0,1 - 0,5	< 1,0	< 1,0	0,05 - 0,1	0	0,5 - 1,0	0,10 - 0,50	0	0	0	0										
II	0,6 - 1,2	1,0 - 3,0	1,0 - 3,0	0,2 - 0,3	0,1 - 1,0	1,1 - 5,0	0,51 - 0,65	< 0,001	0,01 - 0,02	0,01 - 0,9	0,01 - 0,02										
III	1,3 - 2,0	4,0 - 7,0	4,0 - 7,0	0,4 - 0,7	2,0 - 3,0	5,1 - 20	0,66 - 0,75	0,002 - 0,00	0,03 - 0,04	1,0 - 2,0	0,03 - 0,05										
IV	2,1 - 3,5	8,0 - 10	8,0 - 10	0,8 - 10,0	4,0 - 5,0	21 - 50	0,76 - 1,00	0,004 - 0,005	0,05 - 0,10	3,0 - 5,0	0,06 - 0,30										
V	3,6 - 4,0	11 - 100	11 - 100	11,0 - 50	6,0 - 10	51 - 100	1,10 - 1,50	0,006 - 0,030	0,11 - 0,30	6,0 - 10	0,31 - 0,50										
VI	> 4,0	> 100	> 100	> 50	> 10	> 100	> 1,50	> 0,030	> 0,30	> 10	> 0,50										

Таблица 6

Обобщенная оценка эколого-санитарного качества воды гидроэкосистем

КЛАСС качества воды	Оценка класса качества воды	Ранг качества воды	Пределы сумм рангов всех групп	Зона сапробности	Уровень трофности	Степень антропогенного воздействия
1	2	3	4	5	6	7
I	Очень чистая	1,0 - 1,99	15,0 - 29,85	Ксено-сапробная	Ксено-олиготрофный	I и II классы - практически не подвергнуты.
II	Практически чистая	2,0 - 2,99	30,0 - 44,85	Олиго-сапробная	Олиготрофный	Слабая нагрузка.
III	Слабо загрязненная	3,0 - 3,99	45,0 - 59,85	Бета-мезосапробная	Мезотрофный	Умеренная нагрузка.
IV	Умеренно-грязная	4,0 - 4,99	60,0 - 74,85	Альфа-мезосапроб.	Эвтрофный	Сильная нагрузка.
V	Грязная	5,0 - 5,99	75,0 - 89,85	Полисапробная	Политрофный	Деградированное состояние экосистемы.
VI	Очень грязная	6,0 и более	90,0 и более	Гиперсапробная	Гипертрофный	
0	Независимо от степени антропогенного воздействия		Для каждого водного объекта устанавливаются индивидуальные нормы эколого-санитарного состояния			Специфические гидроэкосистемы

Таблица 7

Оценка хозяйственного качества воды гидроэкосистем

ККВ	Хозяйственно-питьевые нужды	Рыбохозяйственное водопользование	Оросительные цели
1	2	3	4
I	Хорошее. Качество воды соответствует стандарту.	Пригодное для разведения большинства видов рыб.	Пригодное для орошения на различных типах почв.
II	Хорошее. Качество воды соответствует стандарту.	Пригодное для разведения большинства видов рыб.	Пригодное для орошения на различных типах почв.
III	Удовлительное. Требуется обработка воды до норм стандарта.	Пригодное для выращивания отдельных видов рыб.	Пригодное для почв с хорошей дренированностью.
IV	Малодовлительное. Требуется специальная водоподготовка.	Практически мало пригодное для выращивания рыб.	Малопригодна для орошения большинства сельскохозяйств.
V	Плохое. Вода непригодна для питьевого водопользования.	Непригодное.	Непригодное.
VI	Очень плохое. Вода непригодна для хозяйственно-питьевых целей.	Непригодное.	Непригодное.

С экологических позиций, гидроэкосистемы содержащие I и II ККВ имеют стабильную структуру биоценозов. Гидроэкосистемы содержащие III ККВ подвергнуты экологическому прогрессу в начальной стадии, - IV ККВ - характеризуются активным экологическим прогрессом и увеличением разнообразия биоценоза, - V ККВ – подвергнуты экологическому регрессу, где наблюдается снижение активности биоценозов и замедленные процессы продуцирования, - VI ККВ – характеризуется метаболическим регрессом с упрощенной структурой биоценоза и заторможенной активностью, т.е. деградированным экологическим состоянием.

В качестве примера, ниже приводятся результаты оценки экологического и хозяйственного качества воды некоторых водных объектов бассейна р. Амударьи.

1. Капарасское водохранилище. Осредненная оценка за период 1990 – 1997 гг.

Информация по содержанию параметров качества воды использована как по данным УМЗ Главгидромета, так и по результатам натуральных исследований проводимых автором. Минерализация воды в этом водоеме колебалась от 1,0 до 2,4 г/л, т.е. относилась к 3-5 классу солености, с колебаниями от олигогалинных вод до слабо мезогалинных.

Ионный состав воды изменялся от сульфатного до сульфатно-хлоридного класса, группы Ca^{2+} и Mg^{2+} , второго типа.

С 01.1990 г. до 07.1992 г. и с 11.1993 г. до 12.1997 г. вода водохранилища относилась к 3 и 4 классу, а в остальное время – к 5 классу солености. Оценка качества воды по этим классам представлена в табл. 2.

Результаты расчетов рангов по эколого-санитарным параметрам представлены в табл.8, откуда видно, что в весенне-летний период средние значения рангов по отдельным группам изменялись от 2,18 до 3,43, а в осенне-зимний период – от 1,75 до 2,57. По полученным рангам дается комплексная оценка качества воды по табл. 6 и 7. В целом, по средним значениям рангов видно, что вода данного водохранилища относилась ко II ККВ. При этом, в весенне-летний период эколого-санитарное качество воды приближалось к слабо загрязненным, а в осенне-зимний период она была практически чистой. С экологических позиций этот водоем имеет загрязнение за счет повышенных концентраций соединений азота, органических веществ, бактерий группы кишечной палочки, цинка и фенолов. С хозяйственных позиций загрязняющими параметрами являются минерализация воды (в отдельные периоды), органические вещества и фенолы.

2. Гидроэкосистемы дельты р. Амударьи (табл. 8).

Таблица 8

Эколого-санитарная оценка качества воды: 1. Капарасское водохранилище (среднегодовое значения), 1990 - 1997 гг.

Группа параметров	Весенне-летний период				Осенне-зимний период			
	Кол-во анализов	Пределы рангов	Сумма рангов	Средний ранг	Кол-во анализов	Пределы рангов	Сумма рангов	Средний ранг
А	1435	1,00 - 4,37	3636	2,53	1114	1,00 - 4,21	2572	2,31
Б	826	1,61 - 4,74	2831	3,43	612	1,42 - 3,90	1575	2,57
В	600	1,12 - 3,72	1305	2,18	285	1,00 - 3,61	500	1,75
Г	1214	1,00 - 5,10	3530	2,91	1083	1,00 - 3,83	2622	2,42
Д	1206	1,00 - 5,43	3357	2,78	835	1,00 - 3,97	1878	2,25
Итого:	5282	1,0 - 5,43	14659	2,77	3929	1,00 - 4,23	9147	2,33

2. Междуреченское водохранилище, (суммарные результаты за 1995 - 1999 гг.)

Итого:	176	2,00 - 3,26	485	2,76	89	2,16 - 2,95	232	2,61
--------	-----	-------------	-----	------	----	-------------	-----	------

3. Система озер Судочье, 1996 - 1999 гг.

Итого:	302	2,62 - 3,44	977	3,24	119	2,27 - 3,08	339	2,85
--------	-----	-------------	-----	------	-----	-------------	-----	------

4. Р. Амударья (ств.Саманбай), 1996 - 1999 гг.

Итого:	84	2,02 - 3,13	211	2,51	42	2,05 - 2,74	98,4	2,34
--------	----	-------------	-----	------	----	-------------	------	------

Проведенная классификация гидроэкосистем по степени солености показала следующие результаты. В период с 1988 по 1999 гг. соленость гидроэкосистем дельты р. Амударьи изменялась от 3 до 7

класса, т.е. варьировала от олигогалинных (пресных) до полигалинных (очень сильно солоноватых) вод. Наименьший класс солености принадлежал р. Амударье и ирригационным каналам (от 3 до 5), а в коллекторах и дельтовых озерах класс солености изменялся от 5 до 7, т.е. вода колебалась от слабо до сильно солоноватой.

Оценка эколого-санитарного качества воды показала, что вода озер системы Судочье в весенне-летний период относилась ко II – III ККВ, т.е. изменялась от практически чистой до слабо загрязненной, а в осенний период – ко II ККВ. Можно резюмировать, что эти озера имели слабую антропогенную нагрузку с превалированием бетта-мезосапробной и мезотрофной среды. Вода Междуреченского водохранилища по предельным значениям рангов относилась ко II – III ККВ, т.е. также подвергалась периодически слабой антропогенной нагрузке. Такие же классы солености имела вода р. Амударьи (ств. Саманбай). С эколого-санитарных позиций вода реки преимущественно была практически чистой, однако в весенне-летние периоды наблюдается слабое загрязнение. Воды коллекторно-дренажной сети имели худшее эколого-санитарное качество. Они относились к III – IV ККВ и изменялись от слабо загрязненных до умеренно загрязненных, с колебаниями сапробности – от бетта- до альфа-мезосапробных.

Следует отметить, что контрольные параметры для оценки состояния качества воды водоемов представленные в КГЭСК могут быть дополнены или сокращены, в зависимости от источников поступления тех или иных веществ в определенные водные объекты.

КГЭСК разработана для общей экологической и хозяйственной оценки качества поверхностных вод и не может заменить существующие стандарты качества вод водных источников имеющих целевое предназначение: питьевое, рыбохозяйственное, оросительное и др.

Система контроля за состоянием трансграничных водных объектов должна базироваться на результатах мониторинга качества и количества воды на пограничных пунктах контроля.

Основополагающим принципом мониторинга водных ресурсов является признание экологического состояния водных объектов и хозяйственного качества воды интегральными показателями состояния окружающих природно-антропогенных ландшафтных комплексов, отражающих изменение и загрязнение окружающей среды на локальном, бассейновом и региональном уровнях. Улучшить состояние водных ресурсов и управлять их качеством невозможно без выработанных программ мониторинга, охватывающих различные водные источники [10, 21].

Функционирование системы мониторинга должно основываться на принципе комплексности, который заключается в проведении согласованных наблюдений за гидрологическими, гидрохимическими, гидробиологическими и бактериологическими характеристиками.

Система контроля должна быть ориентирована как на констатацию существующего состояния водных объектов, так и на получение оценок степени нарушения экологического состояния водоемов и водотоков, во взаимодействии с причинами изменения качества вод, связанными с источниками загрязнения и различными видами хозяйственной деятельности.

Системой межреспубликанского мониторинга должны быть охвачены все трансграничные водные объекты, а системой внутригосударственного мониторинга – все водные ресурсы и источники загрязнения влияющие на качество вод и экологическое состояние трансграничных водных ресурсов. Это позволит контролировать транзит загрязняющих веществ между территориями пограничных Государств. Мониторинг, оценка и прогнозирование качества вод являются одной из задач надежного управления водными ресурсами и их защиты.

В программу контроля за состоянием водных объектов в пограничных створах предлагается включить контрольные репрезентативные параметры качества воды вошедшие в КГЭСК, относящиеся к различным лимитирующим показателям вредности: обще-санитарным, органолептическим, токсикологическим, санитарно-гигиеническим, рыбохозяйственным и включающим гидрохимические, гидробиологические и бактериологические показатели. Одновременно с контролем качества воды необходимо проводить мониторинг расхода воды.

Межреспубликанский мониторинг должен функционировать по согласованной программе включающей единую систему обеспечения качества данных. Это может быть достигнуто при обеспечении достоверности и сопоставимости получаемой информации. Поэтому необходимо пользоваться едиными методами отбора проб воды, едиными методами анализа и подготовки оценочной информации.

Важнейшими задачами мониторинга качества и количества воды являются проведение работ по прогнозированию экологического и хозяйственного качества воды на ближайшую и отдаленную перспективы. Эти задачи могут решаться при условии содержания достаточной информации, доступной для специалистов всех ЦАР. Поэтому необходимо создать единую межреспубликанскую информационную базу данных, включающую как первичную информацию о качестве и количестве водных ре-

сурсов и источниках их загрязнения на современном уровне, так и ожидаемые перспективные объемы сбросов загрязняющих веществ с учетом развития промышленного и сельскохозяйственного комплекса [14].

В заключение отметим, что на Международной Конференции по водным ресурсам и окружающей среде (26-31.01.1992 г. Дублин, Ирландия) ее участники в своем заявлении призвали к применению существенно новых подходов к оценке, освоению и рациональному использованию ресурсов пресной воды, которые могут быть реализованы лишь благодаря политическим обязательствам и вовлечению в эту деятельность всего общества, начиная от высших уровней правительства и кончая самыми маленькими общинами. Эти обязательства должны быть подкреплены значительными и немедленными капиталовложениями, кампаниями по просвещению общества, изменениями в области законодательства и институциональных структур, развитием технологии и программами по созданию необходимого потенциала. В основе же всего этого должно лежать более глубокое осознание взаимозависимости всех народов и их места в этом мире.

Этот призыв в полной мере также относится ко всему обществу республик Центральной Азии, связанному едиными водными артериями бассейна Аральского моря.

Литература

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л. : Гидрометеиздат, 1970, 443 с.
2. Абакумов В. А. Цели и задачи гидробиологического мониторинга пресноводных экосистем. В кн.: «Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем». СПб: Гидрометеиздат, 1992, с. 5 – 31.
3. Амбраземе Ж. П. Классифицирование речных вод по степени загрязненности на основе микробиологических показателей. Водные ресурсы, № 5, 1974, с. 102 – 110.
4. Безднина С. Я. Рекомендации по оценке качества воды для орошения сельскохозяйственных культур. ВНИИГИМ, М. : 1984, 40 с.
5. Вельнер Х. А., Гурарий В. И., Шайн А. С. Определение критериев качества воды для решения задач управления водохозяйственными комплексами. Материалы советско-американского симпозиума. Харьков – Ростов – на – Дону, 1975, 21 с.
6. Гурарий В. И., Шайн А. С. Комплексная оценка качества воды. В книге «Проблемы охраны вод», вып. 6. Харьков, 1975, с. 143 – 150.
7. Жукинский В. Н., Окснюк О. П. Методологические основы экологической классификации качества поверхностных вод суши. Гидробиологический журнал, № 2. Киев.: 1983, с.59 – 67.
8. Лукьяненко В. И. Экологические критерии и экологическое нормирование качества водной среды. Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши. Ростов – на – Дону.: 1987, 37 с.
9. Николаенко В. А. Формирование химического состава и комплексная оценка качества воды водотоков бассейна р. Сырдарья. Тр. САНИИГИМ, вып.2. Гидрометеиздат, Л.: 1987, с. 53 – 60.
10. Николаенко В. А. Проблемы гидроэкологического мониторинга поверхностных водных ресурсов Республик Центральной Азии. Тр. НПО САНИИРИ (САНИИРИ) МС и ВХ РУз, Ташкент, 2000, с. 7 – 15.
11. Николаенко В. А. Качество воды водохранилищ бассейнов Амударья и Сырдарья и проблемы их использования для питьевого водоснабжения. Тр НПО САНИИРИ (САНИИРИ) МС и ВХ РУз, Ташкент, 2000, с.42 – 49.
12. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов. Минрыбхоз СССР, М.: 1990.
13. Пузанченко Ю. Г. Экосистемы в критических состояниях. Наука. М.: 1989, 157 с.
14. Рахимов Ш.Х., Николаенко В. А., Маматов С. А. Разработка комплекса организационно – технических мер по управлению качеством воды в створах рек Амударья и Сырдарья. Тр. НПО САНИИРИ (САНИИРИ) МС и ВХ РУз, Ташкент, 2000, с. 7 – 15.
15. Тальских В.Н. Мониторинг перифитона. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Гидрометеиздат, С-П.: 1992, с. 32 – 63.
16. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН № 4630 – 88. Минздрав СССР. М.: 1988, 69 с.
17. Государственный стандарт Узбекистана. «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством», O'z DSt 950: 2000. Ташкент, 2000.

18. Государственный стандарт Узбекистана. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. O'z DSt 951 : 2000. Ташкент, 2000.

19. Хосровянц И. Л., Чембарисов Э. И. О методологии оценки качества воды для орошения. Сб. науч. Тр. «Проблемы опреснения минерализованных вод для сельскохозяйственного водоснабжения». В/О Союзводпроект, М., 1988, с. 55 – 61.

20. Sokolov V.I., Nikolayenko V.A. Comprehensive Criteria for Water Ecosystems Sustainability Assessment. In: L.S.Pereira and J.W. Gowing (eds.), Water and the Environment: Innovation Issues in Irrigation and Drainage, E & FN Spon, London, 1998: pp. 461-466.

21. Nikolayenko V.A. The Scientific Bases of Hydro-ecological Monitoring and the Problems of Water Resources Protection in Central Asia. Third USA/CIS Joint Conference on Environmental Hydrology and Hydrogeology. Tashkent, Uzbekistan, 1996.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД: СТАНДАРТЫ И КРИТЕРИИ

Р.М. Разаков*, Р.В. Торяникова, В.Н. Тальских*****

*** НПЦ «Экология водного хозяйства» при Госкомприроды Республики Узбекистан,**

**** Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (САНИГМИ), *** Главгидромет РУз**

Охрана и улучшение качества трансграничных вод - задача актуальная и сложная, решение которой возможно только при координации усилий и согласованных действиях всех Государств региона, взаимных обязательствах по проведению адекватной водохозяйственной и водо-охранной политики и ответственности Государств за состояние качества трансграничных вод.

Качество воды влияет на все отрасли экономики, включая ухудшение окружающей среды, водных экосистем, качество оросительных вод, сельскохозяйственной продукции. Огромный сток коллекторно-дренажных вод (22-26 км³) насыщенных агрохимикатами, плохо очищенными промышленными и коммунально-бытовыми стоками сбрасывается по всей протяженности трансграничных рек. В результате растёт заболеваемость населения, вызванных водным фактором [11, 14].

Качество поверхностных вод в регионе ухудшается, особенно это характерно для зоны формирования и участках рек неподверженных прямому воздействию стоков..

Несмотря на очевидность существования проблемы в регионе, на данный момент отсутствует система регулирования качества трансграничных водных ресурсов.

Не совершенны и национальные программы защиты водоемов от загрязнения.

Такая ситуации, на наш взгляд, происходит по ряду причин:

- отсутствие скоординированных и унифицированных согласованных между государствами программ мониторинга качества трансграничных вод. Эта причина является фактором «дефицита» основной информации в пределах водосборного бассейна.
- недостаток адекватной информации и отсутствие объективных методов и критериев оценки качества вод., несовершенство систем комплексных интегральных показателей качества вод, которые могли бы с большей надежностью переходить к классификации поверхностных вод в речных бассейнах и их экологическому зонированию.
- отсутствие бассейнового принципа мониторинга, оценки и управления качеством поверхностных вод. Недостаток специалистов, опыта и знаний в области оценок и управления качеством воды. [1, 9, 10].

Характеристика качества воды является базовой основой для любой задачи в области управления водными ресурсами. Вопросы оценки качества воды неразрывно связаны с функционированием различных систем мониторинга, служащих инструментом получения информации как по качеству воды и экологическому состоянию водных объектов, так и по источникам их загрязнения и другим нега-

тивными факторами воздействия. Системы мониторинга качества воды являются важнейшим средством для наблюдения и оценки качества воды, необходимым для принятия природоохранных решений.

В настоящее время в государствах Центральной Азии существуют явные признаки того, что объем и надежность данных, характеризующих качество и количество водных ресурсов, ухудшается. Ведомства, осуществляющие контроль за качеством вод различного назначения и источниками их загрязнения методически и организационно разобщены.

Наблюдения за химическим составом и свойством природных вод на территории пяти государств Центральной Азии проводят в том или ином объеме специализированными службами различных ведомств, в которых задействован большой штат сотрудников различного уровня квалификации.

Мониторинг природных поверхностных вод является в основном функцией национальных Гидрометслужб, которые имели до развала Советского Союза достаточно развитую структуру наблюдательной сети. Наблюдением за естественным составом и загрязнением поверхностных вод по физическим и химическим, а в Узбекистане и Казахстане и по гидробиологическим показателям были охвачены все крупные водотоки и водоемы региона). Всего по региону существовало 269 пунктов (гидропостов) наблюдений на 175 водных объектах (реки, водохранилища, озера, крупные коллекторы) [2].

Однако, в последние годы, трудности в финансировании гидрометеорологических служб со стороны правительств государств региона, изношенность и морально устаревшее оборудование привели к закрытию ряда важных гидрологических станций. Наблюдения на многих станциях стали проводиться эпизодически, а часть их фактически не функционирует

Так, на территории Казахстана в полном объеме работают только 8 гидропостов, которые расположены в основном в створе реки Сырдарья. В Республике Кыргызстан с 1995 г. наблюдения, как за качеством, так и количеством поверхностных вод временно приостановлены. Закрыт целый ряд гидропостов в Таджикистане, сократился перечень контролируемых ингредиентов.

Проблемы мониторинга качества природных вод [2]. В настоящее время странам Центральной Азии характерно в части мониторинга качества природных вод:

- неудовлетворительное техническое оснащение станций мониторинга и аналитических лабораторий, отсутствие электронных средств связи;
- слабая координация работ на национальном уровне и, как следствие, отсутствие достоверной оценки качества водных ресурсов и её изменение для всей страны в целом;
- недостаточное пространственно-временное и компонентное размещение систем наблюдений (небольшая доля наблюдений в биоте и донных отложениях, неадекватное размещение пунктов отбора проб, низкая или не соответствующая гидрологическому режиму частота отбора проб, недостаточное внимание к учету характеристик среды обитания биоты и т.д.);
- недостаточное внимание к этапу анализа данных, созданию баз и банков данных, представления информации потребителям;
- недооценка процедур контроля/гарантий качества данных.
- отсутствие квалифицированных кадров, центров и программ повышения квалификации.

Техническая оснащенность мониторинга. Качество получаемой информации о загрязнении воды во многом зависит от грамотного отбора проб, от технического оснащения сети мониторинга. Оборудование, используемое для мониторинга в регионе, требует обновления. Гидрохимические лаборатории оснащены оборудованием 1980-1985 гг, которые давно уже технически и морально устарело. В регионе нет ни одной автоматической станции мониторинга качества воды. Отбор проб осуществляется только ведром... В последние годы оборудование практически не обновляется. Лишь незначительное количество станций мониторинга в регионе в последние годы были оснащены современным оборудованием в процессе выполнения проекта GEF компонента Д «Мониторинг трансграничных вод»

Программы мониторинга. В условиях ограниченных финансовых ресурсов, и недостаточного количества пунктов наблюдений очень важным становится разработка эффективных интегрированных программ мониторинга, призванных обеспечить интегральную оценку качества водных ресурсов, как для отдельных стран, так и для региона в целом; разработка и внедрение альтернативных наиболее дешевых видов мониторинга (гидробиологический, мониторинг твердых частиц, целевой, мониторинг источников загрязнения.)

Понятно, что для национальных систем мониторинга характерно несовпадение и противоречивость различных целей и задач. Так, существующая в регионе сеть спроектированная для получения многолетних трендов, не позволяет характеризовать краткосрочное изменение качества воды. Оптимально построенная сеть для одного показателя не обязательно соблюдается для другого. Решением

проблемы может быть наличие многообразия программ мониторинга, обладающих способностью гибкого изменения, как в пространственном, так и в компонентном отношении. Основная трудность заключается в определении оптимального соотношения стационарной сети и гибких программ наблюдения.

Обработка и представление информации. Базы данных. Проблемой остается обработка и представления информации. Базы данных по качеству воды существуют в основном на бумажных носителях.

Целесообразно создавать региональные базы данных по качеству природных вод, основных источников (точечных и рассредоточенных) их загрязнения и проводимых водо-охраных мероприятий, построенных по бассейновому, а не по административному принципу на основе ГИС технологий.

Контроль/гарантия качества первичной информации. Существовавшая ранее система контроля качества первичной информации, получаемой на станциях мониторинга, включая и аналитические процедуры, нарушена. Лаборатории в различных государствах используют стандартные образцы различного качества, разные методы анализа, которые не всегда стандартизованы. В результате информация по качеству воды, получаемая в лабораториях различных государств, зачастую несопоставима. Действующая система оценки качества получаемой информации не обеспечивает надежность гидрохимических данных. В условиях, когда объем информации о качестве поверхностных вод недостаточен, и отбор и обработка пробы воды очень дороги, недооценка контроля за процессом отбора и обработки пробы, приводит в итоге к потере или искажению информации. Использование опыта других стран при решении проблемы оценки/гарантии качества получаемой информации, повысит надежности информации о количестве и качестве водных ресурсов.

Для устранения недостатков в организации мониторинга качества вод и в конечном итоге для повышения эффективности мероприятий, направленных на защиту и сохранение окружающей среды, природных ресурсов и здоровья человека, существует острая необходимость в координации и стандартизации всей мониторинговой деятельности, (интегрированные гибкие программы мониторинга, критерии, стандарты, методы оценки) проводимой различными ведомствами на государственном и межгосударственном уровнях, разработке и внедрению альтернативных наиболее дешевых видов мониторинга.

Для решения этих задач потребуются квалифицированные специалисты, постоянно действующая программа обучения и понимание того, что средства затраченные на мониторинг, обязательно окупятся.

Стандарты, критерии оценки качества водных ресурсов, целевые показатели. Требования и критерии к оценке качества трансграничных водотоков в настоящее время ни какими регламентирующими документами не оговариваются. Хотя, очевидно, для устойчивого управления качеством водных ресурсов трансграничных вод необходимы соответствующие стандарты и критерии. Государства региона в настоящее время пересматривают существовавшие ранее единые стандарты качества воды. Международные стандарты и интегральные критерии, возможность их применения в ЦА регионе, целевые показатели качества - как средство управления трансграничными водами, должно быть предметом внимания специалистов [9, 10, 12].

В настоящее время существуют два направления в оценке качества поверхностных вод [3]. Первое - детальное изучение отдельных характеристик качества воды по отдельным показателям и сравнение их с ПДК.

Второе - интеграция этих составляющих, позволяющая получить обоснованные выводы о качестве воды в целом.

Стандарты качества воды в бассейне основанные на нормативах ПДК. Качество водных ресурсов оценивается в сравнении с нормой предельно допустимой концентрацией (ПДК) загрязняющего вещества в воде водотоков соответствующей категории (хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и рыбохозяйственного назначения), на основании чего делается заключение о пригодности воды для различных видов водопользования.

В Узбекистане нормативы (ПДК) вредных веществ в водоемах представлены в двух основных документах и соответствующих дополнениях и изменениях к этим документам [4, 5].

Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений, в которых приводится список 1345 величин ПДК наиболее часто встречающихся в воде промышленных и сельскохозяйственных химических загрязнителей, регламентируемых для воды хозяйственно-питьевого назначения.

Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов», который содержит перечень ПДК 912 веществ и ОБУВ 40 пестицидов в воде.

В странах Центральной Азии при оценке качества поверхностных вод используются очень жесткие нормы - ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов, что не всегда целесообразно. Кроме того ПДК для воды рыбохозяйственного назначения в отдельных случаях более жесткие, чем даже для воды питьевого назначения. Например, для сульфатов в первом случае ПДК - 100 мг/л, а во втором - 500 мг/л.

Кроме того предельно допустимые концентрации (ПДК) в Узбекистане в некоторых случаях более жесткие, чем те, что применяются в Европейском Союзе. Например, ПДК для фенолов летучих в «Правилах охраны поверхностных вод», разработанных в бывшем СССР и используемых до сих пор в большинстве стран СНГ, равна 0,001 мг/дм³, для стран, входящих в ЕЭС – 0,005 мг/дм³.

В результате нет ясности, насколько серьезным, с точки зрения влияния на окружающую среду, является превышение концентрации какого-либо загрязнителя по сравнению с нереально жестким ПДК: указывает ли это на наличие проблемы или нет.

Очевидно, существует необходимость в унификации и уточнении перечня ПДК, что значительно упростит практическое использование данного критерия и создаст условия нормализации экологической обстановки для конкретного участка реки.

Немаловажным методическим аспектом оценки качества вод является выявление региональных фоновых концентраций в пределах водосборных бассейнов таких ингредиентов, как металлы, нефтепродукты и фенолы. Последние в фоновых водоемах, не подверженных антропогенному воздействию, обнаруживаются в концентрациях в несколько раз превышающих ПДК.

Так, например, ПДК по фенолам составляет - 0,001 мг/л, по нефтепродуктам - 0,05 мг/л, по меди - 1 мкг/л, по цинку - 10 мкг/л. Однако, уже хорошо известно, что в чистых природных водах эти ингредиенты обнаруживаются в концентрациях, составляющих от 1 до 10 и более ПДК, т.к. имеют природное происхождение, являются продуктами метаболизма и отмирания водных организмов, активно участвуют в круговороте веществ водных экосистем. и фактически являются нормой для фоновых участков водосборных бассейнов [1].

В районах рудных месторождений в поверхностных водах зоны формирования стока обнаруживаются также повышенные концентрации (более ПДК) тяжелых металлов. Повышенное природное содержание металлов, является характерной особенностью горных водоемов, что не препятствует развитию и активной жизнедеятельности водных организмов - индикаторов чистых вод.

Эти ингредиенты часто превышают значения ПДК в поверхностных водах, что является основной причиной «ухудшения» качества воды особенно для верховьев рек (чистые фоновые водоемы). Колебания естественного фона этих и других ингредиентов обязательно должны быть известны и учтены. Они позволят в первом приближении определить исходные параметры качества воды по бассейновому принципу. Здесь безусловно потребуются разработка методологии экологической интерпретации такого рода информации. В качестве отправной точки разработки такого подхода можно использовать «метод базовой линии», который позволяет наглядно представить процесс трансформации поверхностного стока в пределах речных бассейнов от зоны формирования до зоны его активного использования и рассеяния.

Внедрение экономического механизма в управление (регулирование) качества компонентов окружающей среды в условиях переходной, а тем более рыночной экономики, требуют иного, чем существовавшего ранее подхода к нормированию загрязнения, а также организации и осуществления государственного контроля. В последнее время все настойчивее заявляют о себе предложения о введении принципа квотирования объемов загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду. В случае введения этого принципа природопользователи будут нести полную ответственность за нормативные и сверхнормативные выбросы и сбросы и отходы. При этом они оказываются перед альтернативой: внедрять природоохранные мероприятия, уменьшая тем самым затраты по определенным статьям расходов, или выплачивать штрафы. Т. е. экономический механизм становится важнейшим рычагом управления качеством вод. В этом случае экстремально важно иметь представления о том, как наиболее эффективно можно использовать экономические рычаги предотвращения загрязнения и достижению установленных нормативов ПДС. Разработка критерии качества воды, на которых основана система лицензирования и разрешительных процедур, становится критически важным и экономическим необходимым.

Концепция установления критериев состоит в следующем:

- Определение/выбор комплекса экологических параметров качества воды, для которых необходимо установить нормативы, обеспечивающих адекватную оценку качества воды и стимулирование сокращения уровня загрязнения;

- Пересмотреть/установить нормативы для выбранных экологических параметров для различных видов водопользования, которые бы отражали существующую экономическую реальность в странах региона и экологическую ситуацию в бассейнах рек..

Некоторый опыт в решении этой проблемы в Узбекистане существуют. В качестве примера ниже мы приводим результаты проекта Tasis, 2003 г. “Предложения по формированию стимулов , направленных на снижение промышленного загрязнения вод” [8], направленного в том числе и на разработку целевых критериев обеспечивающих стимулирование сокращение уровня промышленного загрязнения. В основу разработки таких критериев были положены анализ ситуации с качеством поверхностных воды водоемом приемников сточных вод и анализ сбросов сточных вод.

Анализ 50 наиболее загрязненных участков реки, показал, что следующие параметры качества рек в Узбекистане вызывают особую озабоченность (табл. 1).

Таблица 1

Средний уровень загрязнений, определенный на более чем 50 наиболее загрязненных участках рек в Узбекистане (2000 г.)

	Среднее превышение ПДК для рыбохозяйственных требований	Отклонения от норматива	Существующие ПДК мг/л
Хром	2,25	1,70	0.001
Нитриты	2,20	1,63	0.02
Фенол	1,42	0,82	0.001
Нефтепродукты	1,11	0,66	0.05
Фтор	1,10	5,27	0.05
Медь	0,93	0,49	0.001
Минерализация	0,77	0,47	1000-1500
Растворенный O ₂	0,57	0,10	
БПК	0,48	0,32	3
Цинк	0,45	0,44	0.01
Нитраты	0,28	0,19	9.1
Ион аммония	0,27	0,21	0.5
Железо (2+)	0,06	0,06	0.005
Мышьяк	0,02	0,02	0.0001

Даже если достоверность данных спорна, очень высокий уровень отклонений от норматива, тем не менее, свидетельствует, что некоторые реки могут иметь критически высокие уровни по некоторым параметрам (особенно по хрому, нитритам, фенолу, нефтепродуктам, фтору и меди).

Анализ состава сточных вод промышленных предприятий позволил выделить 20 параметров – загрязняющих веществ, которые характеризуют основные промышленные загрязнения в Республике Узбекистан (табл. 2).

Таблица 2

Основные загрязняющие вещества, характеризующие промышленное загрязнение

Группа	Загрязняющие вещества	Код
Группа 1: Биологически и физико-химические параметры	ХПК	1
	БПК ₅	2
	РН	3
	Взвешенные твердые вещества	4
	Минерализация	5
Группа 2: Азотные и фосфатные соединения	Аммонийный азот	6
	NO ₂ ⁻	7
	NO ₃ ⁻	8
	PO ₄ ³⁻	9

Группа	Загрязняющие вещества	Код
Группа 3: Токсичные неорганические вещества	Эфирорастворимые вещества	10
	Нефтепродукты	11
	СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества)	12
	Фенол	13
Группа 4: Токсичные химические вещества	Фтор	14
	Мышьяк	15
Группа 5: Металлы	Fe	16
	Cr (VI)	17
	Cu	18
	Zn	19
	Pb	20

На основании анализа соответствующих стандартов, предложенных директивами ЕС, стандартов используемых в Узбекистане, Франции, США и экспертных оценок были предложены стандарты для четырех видов водопользования для Узбекистана по 20 параметрам. (табл. 3).

Таблица 3

Предлагаемые стандарты качества вод для 4 основных категорий водопользования в Узбекистане (мг/л)

Все значения даны выражены с 90 % допустимостью

№	Параметры	Рыбохозяйственные воды		Рекреационные воды		Исходная вода	Оросительные воды
		Существующие	Предложенные	Существующие	Предложенные		
1	ХПК	15	30	НС	40	30	40
2	БПК ₅	3	6	6	10	3	10
3	pH	6.5-8.6	6 to 9	6.5-8.5	6 to 9	5.5 to 9	6.5 to 7
4	ВВ	15	25	30	30	25	50
5	Минерализация	1000-1500	1000	1000-1500	1500	1000	1000
6	Общий аммонийный азот	0.5	1	2	2	0.05	1.5
7	NO ₂ ⁻ (нитриты)	0.02	0.1	3.3	0.5	0.2	0.5
8	NO ₃ ⁻ (нитраты)	9.1	10	45	25	25	25
9	PO ₄ ³⁻	0.3	0.3		1	0.5	1
10	Эфирорастворимые вещества		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
11	Нефтепродукты	0.05	Без запаха и цвета	0.3	0.3	0.3	0.3
12	СПАВ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
13	Фенол	0.001	По вкусу	0.001	0.005	0.001	0.001
14	Фтор (мг/л F)	0.05	0.05	1.5	1.5	1	1
15	Мышьяк	0.0001	0.1	0.1	0.1	0.01	0.1
16	Fe	0.005	0.005	0.5	0.5	0.1	5
17	Cr (VI)	0.001	0.02	0.1	0.1	0.05	0.1
18	Cu	0.001	0.01	1	1	0.02	1
19	Zn	0.01	0.04	1	1	0.5	5
20	Pb	0.1	0.1	0.03	0.03	0.05	0.2

Интегральные методы оценки качества воды [3, 6, 11]. Система оценки качества воды, основанная на сопоставлении концентраций отдельных вредных веществ с ПДК требует проведения дорогостоящих анализов огромного количества химических веществ, что в настоящее время Государства ЦА не могут себе позволить. Кроме того, изолированное воздействие отдельных химических веществ

без учета реальной экологической ситуации не всегда отражает истинную картину воздействия, Поэтому целесообразнее было бы разработать / использовать более простые стандарты.

Использование интегральных характеристик при оценке качества поверхностных вод во многих случаях более оправдана. Интеграция различных характеристик, позволяет получить обоснованные выводы о качестве воды в целом, особенно когда необходим более широкий взгляд на состояние крупных водосборных бассейнов, либо для трансграничных вод.

Разработка методов оценки качества воды с помощью условных показателей комплексно учитывающих различные свойства поверхностных вод, является исключительно трудной, но одной из важнейших проблем над которой работают многие исследователи [3, 6]. Одной из наиболее важных задач при разработке комплексных показателей является выбор и приоритетность критериев, положенных в основу таких оценок.

В ЦАГ для интегральной оценки качества поверхностных вод используется интегральный показатель - индекс загрязненности воды (ИЗВ). ИЗВ вычисляется как среднеарифметическое из концентраций в долях ПДК шести характеристик, две из которых (растворенный кислород и БПК) являются обязательными и четыре характеристики, имеющие самые высокие значения концентраций в долях ПДК. В Казахстане работает новая методика расчета ИЗВ. На основании значений ИЗВ рассчитывается класс качества воды.

Для характеристики загрязнения поверхностных вод в бассейне р. Чирчик восемью загрязнителями был предложен коэффициент загрязнения воды специфическими веществами ($KЗВ_{\text{спец.}}$). Этот коэффициент аналогичен индексу загрязнения воды - ИЗВ, но довольно четко отражает загрязнение воды: минимальным он оказался для Чаткала - 0,38 (один из самых чистых водотоков) и максимальным для воды канала Салар в 14 км ниже г.Ташкента – 3 [6].

Биологические сообщества являются надежными индикаторами качества воды. В Узбекистане в настоящее время используются три интегральных гидробиологических индекса [7]. Индекс сапробности (ИС), характеризующий в основном качество воды в отношении содержания растворенных органических веществ Биотический перифитонный индекс (БПИ) и Модифицированный биотический индекс (МБИ), которые являются региональными индексами, и отражают изменение комплекса абиотических условий и химического состава воды в водосборных бассейнах.

Диапазон значений интегральных показателей по отношению к классам качества или загрязненности воды показан в таблице 4.

Таблица 4

Формальные критерии классификации качества речных вод по интегральным гидрохимическим и гидробиологическим показателям

Класс качества вод	Степень загрязненности	Величина ИЗВ	Величина ИС	Величина БПИ	Величина МБИ
I	Очень чистая	$0 < 0,3$	$< 1,0$	10 - 9	10
II	Чистая	$> 0,3$ до 1,0	1,1 - 1,5	8 - 7	7 - 9
III	Умеренно загрязненная	$> 1,0$ до 2,5	1,6 - 2,5	6 - 5	5 - 6
IV	Загрязненная	$> 2,5$ до 4,0	2,6 - 3,5	4	4
V	Грязная	$> 4,0$ до 6,0	3,6 - 4,0	3 - 2	2 - 3
VI	Очень грязная	$> 6,0$ до 10,0	$> 4,0$	1 - 0	0 - 1
VII	Чрезвычайно грязная	$> 10,0$	-	-	-

Разработка/выбор региональных критериев оценки качества воды с помощью интегральных условных показателей, комплексно учитывающих различные свойства поверхностных вод, а также критериев качества воды для отдельных видов использования является одной из важнейших практических задач и, вероятно, может быть предметом дискуссии и исследования.

Экологическая классификация/зонирование, как метод оценки. Экосистемный подход к оценке состояния водных ресурсов требует нового уровня понимания данной проблемы, признание в качестве элементарной единицы исследования, контроля и управления водосборного бассейна (района). Весь водосборный бассейн должен рассматриваться как единая экосистема, в отношении которой осуществляется водохозяйственная деятельность. При этом, он включает в себя различные участки гидрографической сети, имеющие свои индивидуальные количественные и качественные характери-

стики, определяемые природными ландшафтно-климатическими особенностями или локальными антропогенными факторами.

В связи с этим, следует признать актуальной разработку системы экологической классификации водных объектов, базирующуюся на экосистемном подходе. Такая классификация должна ранжировать водосборные бассейны и всю гидрографическую сеть по признаку высокого, качественного, удовлетворительного и неудовлетворительного экологического состояния и определить стратегию разработки целевых показателей качества воды, таких как: снабжение питьевой водой; орошение; рыболовство и рыбоводство; сохранение жизни в водоемах (флора и фауна); рекреационные цели.

Определение водо-охраных «целей» является наиболее сложным моментом в стратегии управления качеством вод.

Это потребует определить четкие требования, предъявляемые к качеству воды для различных видов водопользования:

Целевые требования и критерии безусловно должны учитывать негативное воздействие на эти виды водоемом как отдельных веществ, так и группы веществ являющимися токсичными, канцерогенными, мутагенными, вызывающие эвтрофикацию, закисление и прочие негативные эффекты.

При этом нормативной базой таких целевых показателей прежде всего должна служить классификация/зонирование водосборных бассейнов и речных коридоров, учитывающая их современное состояние и региональные/бассейновые особенности формирования качества воды. Разрыв между «желаемым» и имеющимся классами качества воды будут представлять собой область экологических «водоохраных целей» с соответствующими для конкретных участков водных объектов бассейна «целевыми» показателями.

Мониторинг качества воды по донным отложениям и взвешенным веществам, обеспечивающий охрану водных организмов. Одной из актуальных проблем, связанных с оценкой качества воды в водоемах, является исследование химического состава донных отложений. Последние - наиболее стабильные компоненты водных экосистем, в которых отражаются основные физико-химические и биологические внутриводоёмные процессы.

Известно, что практически все токсикологические критерии, используемые для оценки качества водных экосистем, основаны на концентрациях токсических веществ в воде. При этом мало внимания уделяется исследованиям загрязнения седиментов. Однако установлено, что донные отложения способны сорбировать токсические вещества до уровней, намного превышающих их содержание в водной толще.

Попадая в водоём различными путями, поллютанты, в частности: тяжёлые металлы, пестициды, нефтепродукты, и т. п., претерпевают изменения, переходят из водной фазы в твёрдый скелет и в итоге накапливаются в значительных количествах в донных отложениях. Опасность этих процессов заключается в том, что последние зачастую становятся источником вторичного загрязнения водоёмов, и, как следствие, природной окружающей среды. В связи с этим очень важно исследовать вопрос перехода загрязняющих веществ в системе вода - донные отложения. Изменение равновесных динамических условий, а также физико-химических и микробиологических процессов может привести к обратному поступлению аккумулированных веществ и продуктов их распада в воду, создавая в определенном случае угрозу вторичного загрязнения [13, 16].

Мероприятия по улучшению качества существующих стандартов. Улучшение качества существующих стандартов и разработка регламентирующих документов для целей оценки и управления качеством трансграничных вод должна включать действия, направленные на следующее:

Разработку региональной концепции общих принципов формирования стандартов качества воды, определение общей региональной программы действия по формированию и установлению стандартов качества воды. Национальные стандарты должны соответствовать единым требованиям построения бассейновой системы. Отраслевые, национальные стандарты качества воды должны быть взаимосвязаны и гармонизированы с региональными (межгосударственными) требованиями и с учетом международного опыта.

Модернизацию и установление новых национальных стандартов качества питьевой воды и региональных требований к качеству питьевой воды с учетом мирового опыта, рекомендаций ВОЗ и местных условий. В стандарты должны быть введены показатели по содержанию агрохимикатов, тяжелых металлов, других элементов и расширен перечень биологических показателей в питьевой воде. Целесообразно объединение усилий стран Центральной Азии в разработке единого регионального стандарта качества питьевой воды.

Разработку и утверждение на межправительственном уровне «Бассейновых требований к качеству воды для трансграничных рек Амударья и Сырдарья» и/или разработку/выбор единых для всех Госу-

дарств бассейна стандартов качества воды для трансграничных водоемов.

Разработку/выбор целевых показателей и критериев (включая интегральные) качества воды для трансграничных рек и озер, которые устанавливаются на основе применяемых методов экологической классификации и химических индексов и направлены на сокращение средних нагрузок загрязнения (в особенности опасными веществами) до определенного уровня в пределах определенного периода времени с целью поддержания и, в случае необходимости, улучшения качества воды.

Дальнейшее изучение опыта развитых стран, международных организаций (ВОЗ, ЮНЕП, ЮНИСЕФ, ФАО). В мире накоплен большой опыт по стандартам качества воды, которые могут быть адаптированы к местным условиям.

Литература

1. Чуб В.Е, Торьяникова Р.В., Кеншимов А.К., Тальских В.Н.. Проблемы управления качеством трансграничных вод в бассейне Аральского моря. Проблемы освоения пустынь, №1,2001, с.28-35.
2. Чуб В.Е, Торьяникова Р.В., Тальских В.Н.. Оптимизация системы мониторинга качества поверхностных вод в бассейне Аральского моря.- Тр. САНИГМИ, вып.155(236), Ташкент, 1998.
3. Комплексные оценки качества поверхностных вод. Л. Гидрометеиздат, 1984, 144 с.
4. СанПиН № 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений. Москва, 1988г
5. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Главрыбвод, Москва, 1990
6. Разработать методологию комплексной оценки качества и экологического состояния нарушенных речных экосистем. Отчет НИР V.4/2.1.34., САНИГМИ, 2002г
7. Тальских В.Н. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии. – РУз 52.25.32-97. – Ташкент: Главгидромет РУз, 1997, с. 5-18.
8. Проект TACIS в Узбекистане, 2003. «Предложения по формированию стимулов, направленных на снижение промышленного загрязнения вод»
9. Water Pollution VI. Modeling, Measuring and Prediction, 2001/ Southampton, UK, 550 p.
10. Proceeding of Int. Conference (1997). Management of transboundary waters in Europe. Mrzezyno, Poland, 529 p
11. Разаков Р.М. (2002). Принципы выявления антропогенно нарушенных районов на территории Узбекистана.// в кн.: Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда.
12. Global Environmental monitoring system/ Water operational guide, 1992
13. Разаков Р.М., Тухтаев Ш.Ш., Рахмонов Б.А. (1990). Радионуклиды в водохранилищах. \ Ташкент, УзНИИТИ
14. Разаков Р.М., Рахмонов Б.А., Маматов С. (2002). Экологические аспекты питьевого водоснабжения в Узбекистане// в кн.: Проблемы питьевого водоснабжения и экологии. Т., 2002.
15. Разаков Р.М. (2001). Проблема водных ресурсов и экологический риск, влияющий на здоровье населения Приаралья // Международный семинар «Экологические факторы и здоровье матери / ребенка в регионе Аральского кризиса.
16. Torianikova R., Molodovsky M. (2002). Assessment of quality of suspended particles in rivers // 12-th Stockholm Water Symposium.

УСТАНОВЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО ОБЪЕМА ВОДЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В ДЕЛЬТЕ РЕКИ АМУДАРЬИ

М.О. Якубов*, Р.Е. Курбанбаев**

***Институт водных проблем АН Республики Узбекистан,**

****Каракалпакское отделение САНИИРИ им. В.Д. Журина**

Судьба Приаральского региона, в том числе дельты реки Амударья целиком и полностью связана с наличием поступающей амударьинской воды. Развитие производства региона зависело от водоносности реки, т.е. в многоводные периоды (до 1970 г.) в этой зоне максимально развивалось рыбоводство.

во, ондатроводство, сельское хозяйство и отгонное животноводство. В благоприятные годы полноводная река Амударья с годовым объемом воды равным 40-60 млрд. м³ впадала в Аральское море, также были заштыты все дельтовые озера с площади 300-тыс. га в которых вылавливалось до 225 тыс. центнеров рыбы в год и заготавливалось 1,2 млн. шкурок ондатры. Только за период 1963-1990 годов общая орошаемая площадь увеличилась от 200 до 500 тыс. га в частности площадь посевов риса увеличилась от 5 до 120 тыс. га.

Однако, начиная с 1963-65 гг. в связи со снижением поступления объема речного стока и одновременно с ухудшением качества возникла проблема Аральского моря, резко снизилась продуктивность дельтовых озер, наблюдается повсеместное ухудшение экологической обстановки. По состоянию на 2001 год горизонт воды Аральского моря понизился на 21 метров, от общей площади дельтовых и приморских озер осталось только 8 – 10 % резко сократились площади тугайных и тростниковых зарослей по состоянию на 2002 год, улов рыбы и ондатры прекратился полностью.

В последние годы полноводная река кончается Тахиаташским гидроузлом, расположенным в 150 км от бывшей береговой линии Аральского моря.

С другой стороны основной причиной в создании напряженной экологической обстановки и кризисного экологического положения в Приаральском регионе является ухудшение качества амударьинской воды в результате сброса большого объема высокоминерализованных коллекторных вод в русло реки с территории орошаемых земель Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана. При этом «доля» каждой республики в повышении минерализации реки Амударья за счет сброса коллекторного стока составляет:

- с орошаемых земель Таджикистана – на 0,10 г/л;
- с орошаемой территории Туркменистана – на 0,18 г/л;
- с орошаемой территории Узбекистана в т. ч.
 - к створу Туямуюн – 0,40 г/л;
 - к створу Тахиаташ – 0,48 г/л.

Всего прирост минерализации (по сравнению с исходной 0,32 г/л) относительно створа Туямуюн составляет 0,70 г/л.

В целом экологическая катастрофа в этом регионе вызвала резкое ухудшение жизненных условий населения прибрежных районов в первую очередь дельты (Муйнакский район) потерю доходов и в целом в регионе из-за нехватки воды создается критическая социально-экономическая обстановка и определенная часть населения по этой причине вынуждена покинуть обжитые места.

Размеры нанесенного экономического ущерба от высыхания Аральского моря и от сокращения поступления речного стока в дельту складываются из суммы потерь рыбоводства, судоходства (флот, портовые сооружения, причалы, консервные заводы), заготовка камыша, ондатры и самое главное от резкого ухудшения экологической обстановки, которая отрицательно влияет на здоровье населения проживающего в этом регионе.

В последние годы также сократился объем водохозяйственных, строительных и мелиоративных работ на территории Муйнакского района, что в конечном итоге создает проблему трудоустройства значительной части населения, которое раньше было занято в рыбоводстве, животноводстве, судоходстве, охотой и другими традиционными отраслями хозяйства. Несмотря на это одним из основных средств получения дохода населением остается рыбоводство, животноводство, а также в последние годы отдельные хозяйства начали заниматься сельскохозяйственным производством. Основная часть населения занимается рыболовством на Муйнакском, Рыбачьем заливах и на Междуреченском водохранилище.

В условиях, когда идет процесс интенсивного снижения уровня моря, подъем народного хозяйства, т.е. развитие и увеличение рыбной продукции, зверо-охотоведческого промысла, животноводства и др., а самое главное улучшение жизненного уровня и здоровья населения проживающего в трудных природно-экономических условиях, может быть осуществлено путем подачи пресной амударьинской воды для этой зоны и таким образом осуществить управление биоресурсами в дельте реки Амударья. Поэтому размеры ожидаемой экономической выгоды от этих мероприятий и эффективность принятых технических решений зависит от объема поступающих водных ресурсов из реки Амударья.

При этом необходимо преследовать следующие цели:

1. Стабилизация экологической обстановки путем восстановления природных биоресурсов в дельте реки Амударья.
2. Увеличение улова рыбы, которая является основным средством дохода населения и переработки.

3. Создание искусственных прудовых хозяйств (на хозрасчетной основе) которые в перспективе могут стать основным направлением для восстановления запаса рыбной продукции и создание звероводческих ферм для восстановления поголовья ондатры.

4. Разработать мероприятия по созданию специализированных, хозрасчетных птицеводческих хозяйств.

5. Путем сезонного регулирования горизонта воды в озерах осуществить мероприятия по восстановлению экосистем тростниковых зарослей, древесно-кустарниковой растительности и на их базе организовать специальные цехи для изготовления камышовых плит, циновок и других видов строительных материалов.

6. Учитывая тот факт, что даже в многоводные годы значительные площади дельты остаются не затопляемыми и при подаче речной воды эти земли вполне пригодны для использования в сельскохозяйственном производстве (зона хозяйств Арал и др.). Здесь можно выращивать рис, овощебахчевые и др. культуры.

7. При создании благоприятной экологической обстановки путем обеспечения дельтовых озер пресной водой и обеспечением сезонного колебания их горизонта здесь будет создана весьма благоприятная обстановка для естественного воспроизводства камыша и других видов кормовой растительности, которая является ценным сырьем для животноводства. Именно эта зона является самой перспективной для дальнейшего развития животноводства.

Необходимо разработать вариант создания малых хозрасчетных объединений или ассоциаций, которые будут заниматься не только рыбоводством, ондатроводством, но и охраной природы и воспроизводством видов, имея при этом лицензию на определенный процент продажи своей продукции на свободном рынке. Каждый водоем должен закрепляться за отдельными фермерами на постоянной основе.

При этом необходимо создать Управление водохозяйственным природно-эксплуатационным комплексом дельты, так называемый «Консорциум по управлению дельтовыми озерами Республики Каракалпакстан» и он должен вести свою деятельность с местными органами власти, районными хакимиятами и другими заинтересованными лицами. Такой консорциум по назначению будет заниматься не только производством продукции, но и её воспроизводством, т.е. искусственным размножением, а также охраной окружающей среды.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЮЖНОГО И СЕВЕРНОГО ПРИАРАЛЬЯ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ РЕАБИЛИТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

А.И. Тучин, К.В. Громыко, И.Б. Рузиев

Научно-информационный центр МКВК

Экологические проблемы Южного и Северного Приаралья связаны с началом интенсивного техногенного развития Аральского региона, датируемого, примерно, серединой пятидесятых годов. Ужесточение экологической напряженности в Аральском регионе обуславливается в первую очередь экономическими причинами. Доминирующим фактором дестабилизации окружающей среды явилось уменьшение стока рек Сырдарья и Амударья. Так если в 1961-1970 гг. приток речных вод к Аральскому морю составлял 53% от средне многолетнего значения (1911-1960 гг.), то в 1971-1980 гг. – 30%, в 1981-1990 гг. – 6% и в период 1991...1999 гг. – 13%. В отдельные маловодные годы сток Амударья и Сырдарья практически не доходил до моря. Вызванное этими факторами падение уровня Аральского моря привело к его разделению в 1990 г на две емкости с различными уровнями свободной поверхности: Малое море – северная часть бывшей акватории и Большое море – южная часть. Отметка свободной поверхности Малого моря, в последнее десятилетие, стабилизировалась вокруг значения ~41.0БС. Уровень Большого моря продолжает падать и, к настоящему времени, опустился до отметки ~ 30.0БС с площадью свободной поверхности, этой части акватории, менее 20 000 км². Минерализация воды при этом увеличилась с 10 г/л в бывшем море до 58 г/л в Большом море и до 28 г/л в Малом море в 2002 г. [1, 2].

Более 70 % проявлений Аральского кризиса обусловлено антропогенным фактором, остальная часть этих изменений приходится на долю климатических факторов – естественной маловодности периода. Крайне негативным последствием кризиса Аральского моря, кроме уменьшения объема, поверхности, роста и изменения характера минерализации, явилось образование на месте осушенного дна огромной солевой пустыни площадью почти 3,6 млн. га.

Внутри дельтовые водоемы Приаралья, существовавшие, в основном, за счет стока р. Амударьи и Сырдарьи, с сокращением их водности претерпели целый комплекс негативных изменений – сокращение водного объема, увеличение минерализация воды, снижение биоразнообразия и биопродуктивности. В этот же период времени с завершением строительства крупных коллекторов в Приаралье образовался новый тип водоёмов – концевые аккумуляторы коллекторно-дренажных вод. В различные по водности года последнего десятилетия площади озер составляли:

в дельте р. Амударьи:

- в средний по водности 1984 г. площади озер составили 70,2 км²;
- в многоводном 1997 г. площадь озер увеличилась до 120 км²;
- в маловодном 2000 г. площадь озер сократилась до 26,0 км².

в дельте р. Сырдарьи:

- в 1960 г. площадь озерных систем составляла 517,73 км²;
- в 1982 г. площадь озерных систем составляла 450 км²;
- в 2000 г. площадь озерных систем составляла 262,5 км²;
- в 2002 г. площадь озерных систем составляла 353,4 км²;

Снижение уровня Аральского моря сместило направление использования природных биоресурсов этого региона с акватории моря на акватории внутри дельтовых водоемов. До 1960 г. Аральское море давало среднегодовой улов рыбы равный 25000 тонн, что обеспечивало устойчивую работу рыбоконсервных заводов в городах Аральске и Муйнаке. В общем, в рыбодобывающей и рыбоперерабатывающей промышленности тогда было задействовано около 60 000 рабочих мест. К концу 90-х годов объём добычи рыбы в Приаралье снизился до 2000-2500 т/г. В связи с этим основные действия, направленные на ликвидацию последствий Аральского кризиса, стали неразрывно связаны с проблемой восстановления, реконструкции и развития дельтовых озер рек Амударьи и Сырдарьи. При этом центральными стали вопросы выбора и корректного обоснования различных инженерно-технических решений, поскольку последствия завершенных проектов искусственного обводнения в силу огромных капитальных вложений и жесткой территориальной привязки к водным и земельным ресурсам обычно необратимы. Решение подобных вопросов опирается на методы математического моделирования физических и технологических процессов и систем.

Формальное описание процессов, определяющих функционирование отдельного водоема, основывается на системе обыкновенных дифференциальных уравнений отражающих поступление и отток водных ресурсов, изменение минерализации и зарастание акватории тростником. (30). Выбор столь ограниченного перечня компонентов экосистемы обусловлен анализом важности, выделенных составляющих, и возможностью косвенной оценки остальных экологических параметров через выше перечисленные. Для построения математической модели рассмотрим элементарную емкость, геометрия которой описывается двумя функциями $F(z)$ и $L(z)$, z - отметка поверхности воды, $F(z)$ - площадь свободной поверхности воды при отметке z , $L(z)$ - контур, охватывающий свободную поверхность $F(z)$, при той же отметке z . Обе функции строятся по топографии местности, где расположена акватория водоема. Под термином “элементарная емкость” здесь и далее понимается такая емкость, в пределах которой, воду можно рассматривать с единой отметкой - $z(t)$, средней минерализацией - $s(t)$, и массой тростника- $m(t)$). Взаимодействие элементарной емкости с внешней средой происходит через свободную поверхность F , в виде испарения и осадков, через дно в виде фильтрационных потоков и через контур L , путем сопряжения с каналами, коллекторами или другими элементарными емкостями. Уравнения сохранения массы воды и солей в применении к элементарной емкости дают следующие уравнения:

$$\frac{dW}{dt} = \int_L Q(l, z, t) dl + q^0(t) - q_f(t) - q^e(t); \quad (1)$$

$$\frac{dS}{dt} = \int_L (s(l, t) \times Q(l, z, t)) dl - q_f^s(t); \quad (2)$$

$$\frac{ds}{dt} = \gamma \times (S / W - s^0); \quad (3)$$

$$W(z) = \int_0^z F(h) dh; \quad (4)$$

Здесь:

$Q(l, z, t)$, $\forall l \in L$ - расход воды, определяемый условиями сопряжения на контуре

$L, q^0(t)$ - осадки,

$q_f(t)$ - фильтрационный отток,

$q^e(t)$ - испарение со свободной поверхности,

$s^0(T)$ - предельная концентрация насыщения раствора как функция температуры T ,

$\gamma(T)$ - коэффициент скорости растворения.

Поток испарения со свободной поверхности $q^e(t)$ зависит от процента покрытия этой поверхности тростником, обозначив через $e^{tr}(t)$ -интенсивность эвапотранспирации тростника, а через $e^0(t)$ -интенсивность испарения с открытой поверхности, получим выражение для $q^e(t)$:

$$q^e(t) = e^0(t) \times F^0 + e^{tr}(t) \times F^{tr} \quad (5)$$

здесь, F^0 , F^{tr} – площадь открытой поверхности и поверхности занятой тростником соответственно, $F^{tr} + F^0 = F$ – свободная поверхность акватории.

Процесс развития тростника в акватории обусловлен преимущественно двумя факторами: минерализацией воды - s , глубиной водоема- h . Причем экспериментально установлено, что тростник в акваториях дельтовых озер развивается только при глубинах меньше одного метра. При повышении уровня воды на участках с глубиной больше одного метра тростник постепенно гибнет. Формально этот процесс можно описать следующим образом, пусть $F^{tr}(z)$ – часть площади акватории покрытая тростником, а $F^l(z)$ - часть площади акватории с глубиной меньше одного метра,

$$F^l(z) = \{ F(z) - F(z - 1) \text{ при } h > 1; F(z) \text{ при } h \leq 1 \} \quad (6)$$

Полагая, что захват и отступление тростника подчиняются линейному закону, получим уравнение для $F^{tr}(z)$

$$\frac{dF^{tr}}{dt} = \lambda(T) \times (F^l - F^{tr}) \quad (7)$$

Где: $\lambda(T) = \lambda^1(T)$, при $F^l - F^{tr} > 0$ и $\lambda(T) = \lambda^2(T)$, при $F^l - F^{tr} \leq 0$ – скорости захвата и отступления соответственно. Далее заметим, что процесс изменения биомассы тростника по своему типу относится процессам развития популяций, контролируемых плотностно-зависимыми факторами. Модель для описания подобных процессов имеет вид:

$$\frac{dm}{dt} = m \times (\varphi(s) - \phi(s) \times m) \quad (8)$$

Где $\varphi(s)$ и $\phi(s)$ - некоторые положительно определенные функции минерализации воды в озере (определяются в процессе калибровки модели, как и λ^1, λ^2).

Функции $q^0(t)$, $q_f(t)$, обычно известны из гидрологических данных, кроме этого известны значения $W(0)$, $S(0)$, $F^{tr}(0)$, поэтому для замыкания системы уравнений (1) – (8) необходимо определить расходы по контуру элементарной емкости. Контур элементарной емкости проводится либо через характерные участки рельефа местности, для которых можно использовать зависимости типа уравнения Шези, либо через гидротехнические сооружения, где расходы определяются через параметры сооружения и потока по формулам гидравлики, количество таких формул (уравнений) равно числу участков сопряжения элементарной емкости. Задание исходной информации для моделирования системы замкнутых водоемов начинается с выделения по топографической карте контуров элементарных емкостей, которые непрерывно покрывают всю акваторию дельты. После этого для каждой элементарной емкости вычисляются по топографической карте функции $F(z)$ - площадь свободной поверхности

воды при отметке z , и $L(z)$ - контур охватывающий поверхность $F(z)$, при той же отметке z . Далее каждый контур $L(z)$ разделяется на участки сопряжения. Участки сопряжения, где не происходит движения воды (контур упирается в грунт) относятся к пассивным и дальнейшего анализа не требуют. Остальные участки сопряжения классифицируются по типу течения и принадлежности. Принадлежность определяет либо две смежные емкости, либо емкость – внешняя среда. Тип течения определяется для задания уравнений, по которым будут вычисляться значения расхода на участках сопряжения. Следующий шаг состоит в задании гидрологической и гидрогеологической информации, функции $q^0(t)$, $q_f(t)$, $f^e(t)$ – задаются в табличной форме для всего моделируемого периода времени и принимаются одинаковыми в пределах всей акватории дельты. Экологические параметры формируются, либо на основе натуральных наблюдений, либо по объекту аналогу. Численная реализация математической модели (1) – (8) + {J}- количество уравнений на контуре, осуществляется на дискретной временной сетке конечно-разностным методом.

Для этого исследуемый интервал времени $\{t^0:t^K\}$ разобьем на равные промежутки Δt таким образом, что t теперь может принимать значения из множества $\{t^0, t^0+\Delta t, t^0+2\Delta t, \dots, t^0+K\Delta t=t^K\}$. Кроме этого выполним кусочно-линейную аппроксимацию контура L , в результате чего получим J участков сопряжения. Для каждого участка сопряжения назначим направление расхода Q и сгруппируем по признаку одинаковых знаков это дает J^+ и J^- , ($J=J^++J^-$), (Если в процессе счета знак Q получится отрицательным, то это означает противоположное направление течения). Значения параметров в элементарной емкости отнесем к моментам времени $t \in \{t^0, t^0+\Delta t, t^0+2\Delta t, \dots, t^0+K\Delta t\}$, а параметров на участках сопряжения к моментам времени $t \in \{t^0+0.5 \times \Delta t, t^0+1.5 \times \Delta t, t^0+2.5 \times \Delta t, \dots, t^0+(K-0.5) \times \Delta t\}$, тогда вместо (1) и (3) получим:

$$W^{t+\Delta t} = W^t + \Delta t \times \left(\sum_{j \in J^+} Q_j^{t+\Delta t/2} - \sum_{j \in J^-} Q_j^{t+\Delta t/2} + q^{0,t} - q_f^t + q^{e,t} \right) \quad (9)$$

$$S^{t+\Delta t} = S^t + \Delta t \times \left(\sum_{j \in J^+} (s \times Q)_j^{t+\Delta t/2} - \sum_{j \in J^-} (s \times Q)_j^{t+\Delta t/2} + q_f^{s,t} \right) \quad (10)$$

$$s^{t+1} = s^t + \Delta t \times \gamma \times (S^t / W^t - s^0(T)) \quad (11)$$

$$F^{tr,t+1} = F^{tr,t} + \Delta t \times \lambda^t \times (F_{h<1}^t - F^{tr,t}) \quad (12)$$

$$F^{t+\Delta t} = F(W^{t+\Delta t}); Q^{t+\Delta t/2} = Q(W^t, W^{t+\Delta t}) \quad (13)$$

Остальные уравнения сохраняют тот же смысл, но вычисляются в дискретные моменты времени с усреднением по промежутку Δt [4].

Анализ результатов численного моделирования акватории Южного Приаралья показывает, что:

- Объемы речного стока позволяют стабильно поддерживать порядка 120 ÷ 150 тыс. га свободной поверхности водоемов, однако из-за того, что при существующей водохозяйственной инфраструктуре, основная часть пиковых расходов уходит в правую зону Приаралья, минуя левобережную систему водоемов и польдеров, эта площадь снижается до значений ~ 70 ÷ 90 тыс. га .

- Разброс в значениях показателей акватории отражает сильную чувствительность системы водоемов к водохозяйственной обстановке, и как следствие этого необходимость в обязательном управлении проточностью водоемов. Проточность озёр является основным гарантом сохранения и восстановления качества воды. Прекращение проточности неизбежно приводит к резкому увеличению минерализации и ухудшению качества воды.

- Наиболее проточной частью системы водоемов Приаралья является система Джылтырбас, Думалак, через которую, согласно существующим и проектируемым гидротехническим сооружениям проходит до 80% стока пиковых расходов (рис. 1, с правой стороны)

- Топографические условия в Приаралье не позволяют создать инженерные сооружения необходимые для стабилизации водохозяйственной обстановки в многолетнем разрезе, следовательно вопросы многолетнего управления водными ресурсами Южного Приаралья необходимо возложить на верховья реки Амударья.

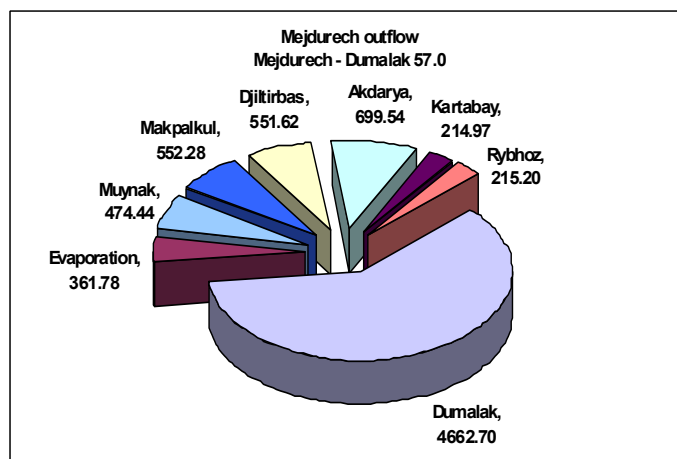
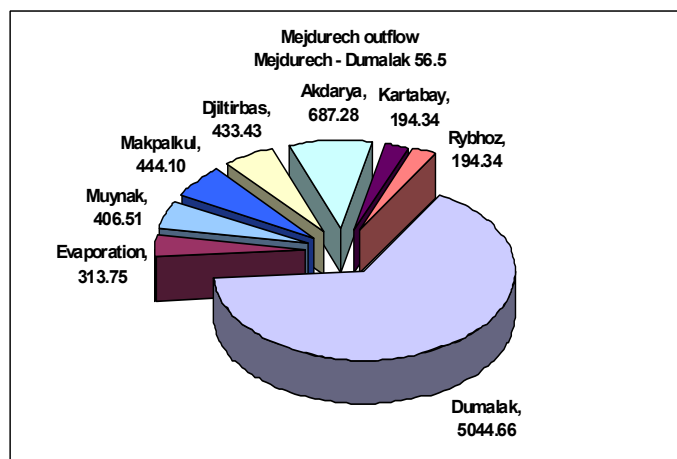
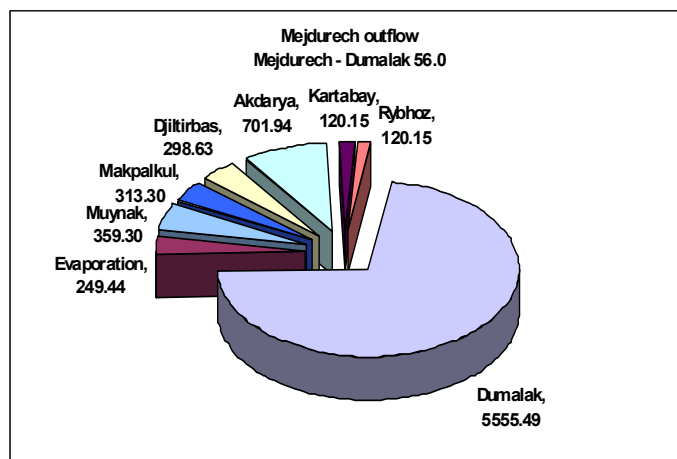


Рис. 1

Основными факторами, вызывающими деградацию природных комплексов в Приаралье следует считать:

- нарушение водно-солевого баланса Аральского моря, прогрессирующие увеличение минерализации внутри дельтовых озёр и особенно водоёмов, являющихся малопроточными приёмниками коллекторно-дренажных вод;
- деградация и засоление гидроморфных почв, опустынивания и осолонения прибрежных территории, перевыпас и чрезмерное сенокосение луговых угодий;
- изменение абиотических параметров водоёмов и водотоков, прогрессирующие уменьшение биоразнообразия и продуктивности основных биоресурсов;

- активизация эолового пыле- и солепереноса с осушенного дна моря, изменение климата: увеличение летних температур, уменьшение относительной влажности в весенне-летний период года, снижение скорости ветра;
- падения уровня грунтовых вод и повышение их минерализации.

Падение уровня грунтовых вод является одним из ведущих критериев экологического состояния Приаралья. Основными факторами, предопределяющими падение уровня грунтовых вод, являются:

- уменьшение притока поверхностных вод в дельты рек Амударьи, Сырдарьи и снижение их инфильтрационных способностей в грунтовые воды;
- уменьшение паводковых разливов, сокращение затопляемых земель и сокращение водных поверхностей дельтовых озерных систем;
- направленное падение уровня моря, являющегося естественным базисом дренированности, отсюда снижение уровня грунтовых вод в зоне депрессионной кривой притока к морю;
- характер водохозяйственной деятельности в бассейне Аральского моря, в частности эксплуатация напорных вод и их самоизлива.

Анализ ретроспективного состояния Приаралья показывает, что водно-болотные угодья (ветланды) обладают ярко выраженной способностью к восстановлению и сохранению биоразнообразия и продуктивности биоресурсов. Они широко использовались местным населением в качестве (5,6):

1. Источников растительного сырья – прежде всего, тростника, являющегося наиболее востребованным представителем водной и прибрежной флоры Приаралья.

2. Объектов рыболовства,

3. Объектов добычи ондатры.

В свете этого создание широкой системы управляемых ветландов явится наиболее эффективным путём ликвидации негативных экологических и социальных последствий Аральского кризиса. Однако водохозяйственная ситуация дельты р. Амударьи не способна обеспечить гарантированное водоснабжение всех ветландов Приаралья. В зависимости от режима водоснабжения, здесь будут формироваться стабильные, нестабильные, временные и краткосрочные водно-болотные угодья, способные обеспечить оптимальное развитие только определённых биоресурсов, каждое из которых, в свою очередь, предъявляет индивидуальные требования к экологическим условиям окружающей среды (рис. 2).

Стабильные ветланды Приаралья явятся объектами воспроизводства всех основных востребованных биоресурсов. При этом они должны обладать экологическими условиями, отвечающими требованиям необходимым для успешного размножения и развития водной растительности, рыб, птиц и ондатры. Водоёмы этих ветландов должны соответствовать следующим данным:

- Средняя глубина не менее 1,5 м., хорошо развитая полуводная растительность - тростник, рогоз, занимающая не более 50% площади.
- Концентрация растворенного в воде кислорода не ниже 4 - 5 мг/дм³., минерализация воды в период нереста и выроста личинок и мальков рыб (апреля – июль) не выше 5 г/дм³ .
- Плотность популяции ондатры в пределах 4-5 семей/га тростниковых и рогозовых зарослей.
- Колебания уровня воды в период размножения рыб и в зимний период года – не более 30 см.
- Проточность озёр и проведение попусков воды из р. Амударьи.
- Наличие защищённых мелководий, заливов и плесов с хорошо развитой водной растительностью, зоопланктоном и зообентосом.
- Предотвращение неконтролируемой хозяйственной деятельности и браконьерства.

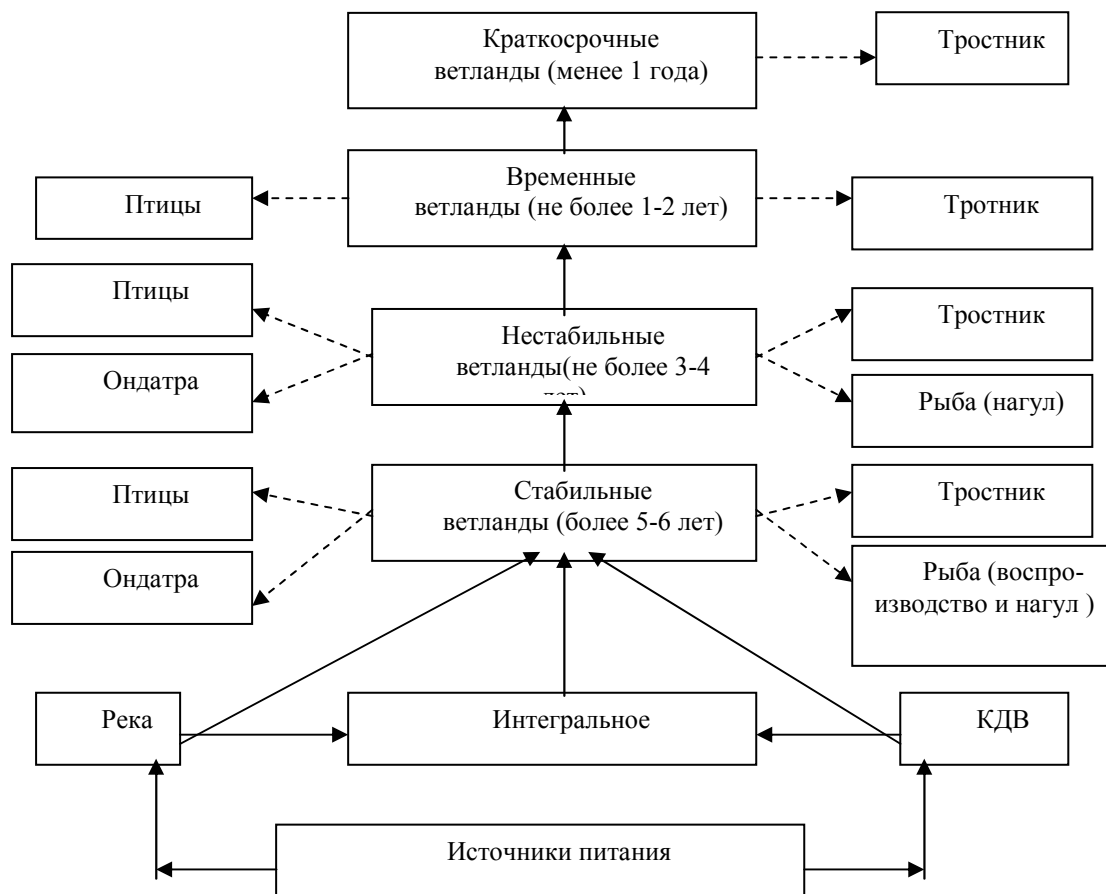


Рис. 2
Классификация ветландов и направленность использования их биоресурсов

Длительность существования нестабильных ветландов недостаточна для создания собственного воспроизводственного косяка рыб. Размножение промыслового поголовья здесь не будет иметь практического значения и поэтому в отличии от стабильных ветландов, экологические условия необходимые для размножения рыб необязательны. Промысловое стадо рыб будет формироваться, в основном, за счёт ската молоди с притоком воды. Рыбопродуктивность может быть значительно увеличена за счёт искусственного зарыбления. По остальным составляющим экологические условия, предъявляемые к этим ветландам, не отличаются от предыдущих:

- Средняя глубина не менее 1,5 м., хорошо развитая полуводная растительность - тростник, рогоз, занимающая не более 50% площади
- Концентрация растворенного в воде кислорода не ниже 4 - 5 мг/дм³., минерализация воды 10-15 г/дм³.
- Проточность и проведение попусков воды из р. Амударьи.
- Плотность популяции ондатры в пределах 4-5 семей/га тростниковых и рогозовых зарослей.
- Колебания уровня воды в зимний период года – не более 30 см.
- Наличие защищённых мелководий, заливов и плесов с хорошо развитой водной растительностью и бентофауной.
- Предотвращение неконтролируемой хозяйственной деятельности и браконьерства.

Продолжительность существования временных ветландов недостаточна для развития в них промыслового стада рыб и ондатры. С этой позиции они не будут представлять хозяйственной ценности для местного населения и поэтому фактор антропогенного беспокойства здесь будет сведён к минимуму. Отсутствие этого фактора явится благоприятным условием для обитания водоплавающих и околоводных птиц. Территории этих ветландов будут способны играть роль рефугиумов для сохра-

нения биоразнообразия местной и глобальной орнитофауны и в этой связи должны отвечать экологическим требованиям, необходимым для развития полуводной растительности и обитания птиц:

- Максимальная глубина не более 1,0- 1,2 м.
- Минерализация воды не более 15 г/дм³.
- Наличие мелководий, заливов и плесов с хорошо развитой гидрофлорой и гидрофауной.

Краткосрочные ветланды являются территориями благоприятными для развития болотно-луговых и луговых форм тростниковых зарослей и связи с этим могут быть использованы для выпаса скота и заготовки сена. Непродолжительный период сохранения водной поверхности ограничивает развитие рыб, ондатры, водоплавающих и околоводных птиц. Экологические условия ветландов должны соответствовать требованиям, необходимым для оптимального развития лугового тростника :

- Минерализация луговых почв не выше 0,9% от сухого веса с содержанием иона хлора не более 0,25%
- Сохранение уровня грунтовых вод на глубине не ниже 2,0-2,5 м..

Сохранение биоразнообразия и повышение естественной продуктивности биоресурсов является одной из важней экологических и социальных задач Приаралья. Определяющее значение в решении которых принадлежит ветландам, поскольку, обладая высокой потенциальной биопродуктивностью, они являются естественными убежищами для местной и глобальной фауны.

Режим водобеспечения ветландов, особенно в маловодные годы, должен исходить из приоритетности их экологической и социальной значимости. В этом отношении несомненный приоритет принадлежит стабильным ветландам, поскольку в маловодные годы они должны сохранять роль рефугиумов биоразнообразия. Опыт прошедших маловодных лет показал, что экосистемы нестабильных и временных ветландов деградируют и полностью погибают в течение одного-двух годов. В этих условиях восстановления биоразнообразия ветландов будет происходить, преимущественно, счёт биоресурсов стабильных водно-болотных угодий. Роль основных рефугиумов биоразнообразия и основных источников биоресурсов Приаралья обуславливает необходимость поддержания в этих ветландах гидрологического и гидрохимического режима, обеспечивающего сохранение их биологического потенциала. В Южном Приаралье статус таких ветландов может быть придан ветландам Рыбачьего и Муйнакского залива и ветланду Судочье (рис. 3).

Роль нестабильных ветландов в сохранении биоразнообразия Приаралья значительно меньше, гораздо большее значение они имеют как источники социально востребованных биоресурсов. В ранге приоритетности режима водобеспечения они занимают второе место

Особое значение временных ветландов это предоставление условий для обитания птиц. Приаралье занимает ключевое положение на Западно-Азиатском миграционном маршруте птиц, поэтому роль таких ветландов в сохранения биоразнообразия местной и глобальной орнитофауны неопределимо велика. Тем более, что биоресурсы стабильных и нестабильных являются объектами социального потребления и поэтому будут обладать высоким уровнем антропогенного беспокойства. Статус такого ветланда может быть придан заливу Жылтырбас, расположенного в наиболее безлюдном районе Приаралья. Наличие ветландов, предоставляющего убежище орнитофауне, является необходимым условием для сохранения биоразнообразия птиц. В условиях маловодья роль таковых должна возлагаться на нестабильные и в крайнем случае на стабильные ветланды.

Падением уровня Аральского моря активизировало глубинную эрозию и размыв русла реки Сырдарьи, что приводит к отмиранию ранее действующих дельтовых проток и снижению уровня грунтовых вод, особенно в пределах низкой поймы Аральского района. Эксплуатация Аманоткельского гидроузла несколько сдерживает темпы глубинной эрозии, которая составляет в настоящее время 0,95 м/год. В случае прекращения эксплуатации этого гидротехнического сооружения этот процесс активизируется и может достигнуть скорости 2,3 м /год [7].

Изменение гидрологического режима и осушение дельты р. Сырдарьи привели к значительным ландшафтными изменениям: на 47% уменьшились площади коренных пастбищ; почти в 3 раза понизилась площадь сенокосов; с 21,3 тыс. га до 1,2 тыс. га, уменьшились площади коренных тугайных экосистем и в свою очередь с 26 тыс. га до 80 тыс. га возросли площади галофитных сообществ. Площади тростниковых сенокосных угодий сократилась в 6-7 раз, их продуктивность понизилась до уровня урожайности пастбищ водораздельных равнин. Повсеместно на 70-75% сократилась площади вейниковых, солодковых, злаково-разнотравных сообществ. Прирусовые валы поросли низко продуктивными солянковыми (*Salsola nitraria*, *Anabasis aphylla*, *Girgensohnia oppositiflora*, *Climacoptera brachiata*) и злаково-сорнотравными сообществами (*Aeluropus litoralis*, *Agropyron repens*, *Goebelia*

alopecuroides, *Dodartia orientalis*, *Anabasis aphylla*, *Acroptilon repens*, *Descurainia sophia*, *Pluchea caspica*).

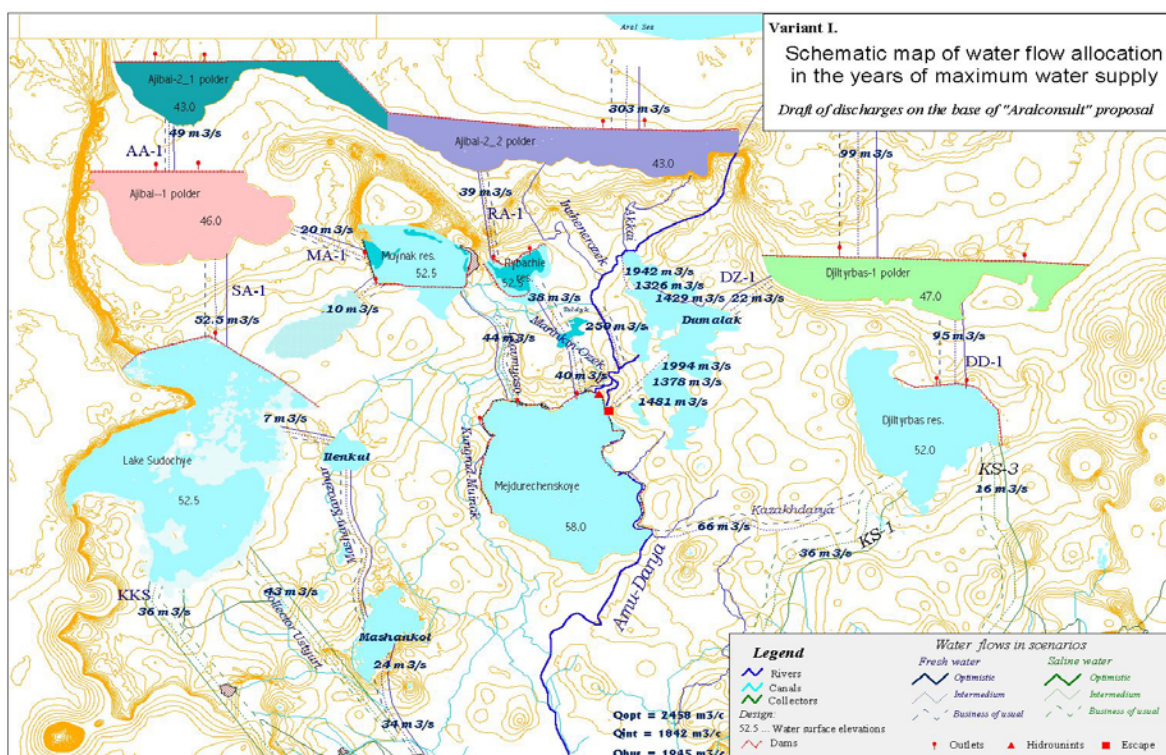


Рис.3
Схема расположения ветландов Южного Приаралья

На современном этапе в нижней части дельты опустынивания остается наиболее масштабным, экологически опасным процессом. Продолжается процесс деградации наиболее ценных в хозяйственном отношении гидроморфных почв, о чем свидетельствует полная трансформация плавнево-болотных почв и преобладание обсыхающих вариантов лугово-болотных и аллювиально-луговых почв с очень сильной степенью засоления, увеличение площадей такыровидных почв, песков и солончаков. За период с 1955 по 1977 гг. площадь аллювиально-луговых почв сократилось с 20 % до 12 % от общей площади дельты, болотных соответственно - с 52,6 до 25%.

Гидроморфные луговые и болотные почвы остаются главным земельным фондом орошаемого земледелия дельты реки Сырдарьи Однако высокая степень засоленности дельтовых почв отрицательно сказывалась на мелиоративном состоянии орошаемых массивов. Это вынуждало фермерские хозяйства применять тактику «кочевого» земледелия, используя под орошение новые пахотно-пригодные земли и увеличивая, таким образом, антропогенное модифицированные, так называемые, орошаемые аналоги луговых и болотных почв.

Аридность климата в сочетании с бессточностью территории вызывает засоление почв на всех элементах рельефа. При этом и без того положительный солевой баланс дельты усугубляется пульверизационным выносом солей с осушенной части дна Аральского моря и аккумуляцией их на территории дельты. Многолетние средние значения выноса за пределы контуров осушенной части дна Аральского моря для песка составляет - 7,3 млн. т/год, из них масса солей составляет примерно 0,7-1,5 % всей переносимой твердой массы, что составляет 50-70 тыс. т/г [8, 9]. Активизация эоловых процессов и выноса солей и пыли с осушенного дна Аральского моря на прилегающие территории является одним из главных критериев опустынивания в Приаралье (рис. 4). Развитие дефляционно-аккумулятивных и импульверизационных процессов в ландшафтах казахстанского Приаралье определяется характером ветрового режима в регионе, наличием обширных площадей, состоящих из грунтов легкого механического состава, незначительным количеством атмосферных осадков, бедностью, а порой и полным, отсутствием растительного покрова [10]. Основные очаги эрозии располагаются в районе бывшего залива Большой Сарышыганак и между устьем Сырдарьи и Акпеткинским архипелагом. Зона повышенного влияния песчанно-солевых бурь распространяется до 30-50 км от источника выноса, общее влияние - до 300-500 км;

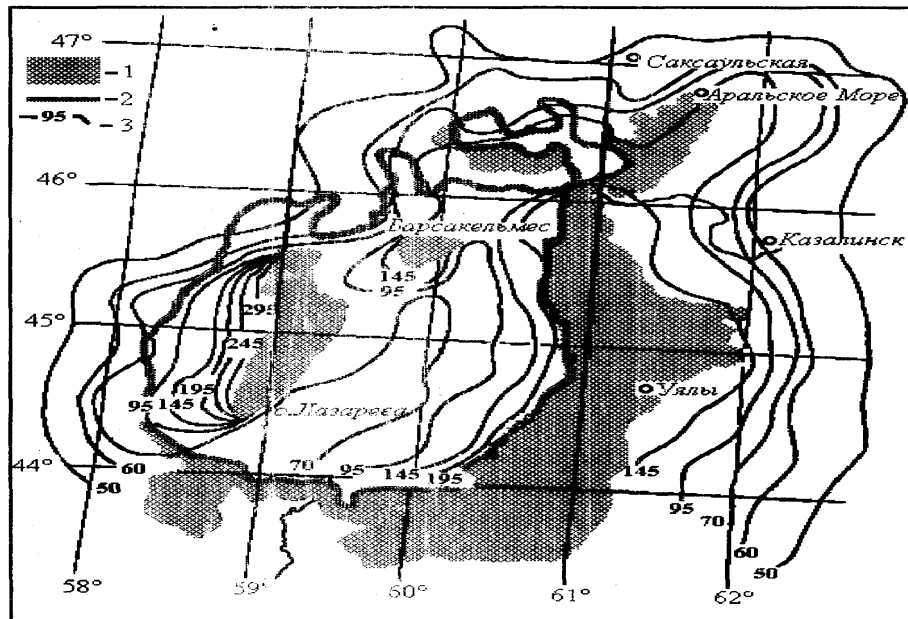


Рис. 4
Средние многолетние значения суммарных сухих выпадений на Казахстанской части Приаралья (т/км³/год) (по данным КазНИИМОСК)
1 - площади осушенного дна моря; 2 – современная береговая линия;
3 - изолинии сухих выпадений

Поступление в атмосферу пылевого аэрозоля привело к снижению ее прозрачности с 0,756 до 0,68 (апрель) и с 0,74 до 0,69 (июль), определившее перераспределение потоков солнечной радиации. Теплоспас Аральского моря снизился на 54% (среднегодовой) и 93% (зимний), что привело к нарушению сложившегося процесса тепло-и влагообмена с атмосферой и в конечном итоге, увеличило контраст летних и зимних температур, сократило безморозный период, уменьшило влажность воздуха. Так, в районе северного побережья влажность воздуха в июне - августе уменьшилось на 25-30%, в дельте р. Сырдарья и в районе г.Казалинска – на 15-20%, температура воздуха летом возросла на 0,5-0,7 °С. На всем побережье, за исключением района г. Аральска, в теплое время скорость ветра уменьшилась на 0,5-1,0 м/с, однако максимальные скорости увеличились на 4-5 м/с.

В водохозяйственном отношении наиболее негативными факторами, вызывающими экологическую напряженность, является практически полное отсутствие системы управления гидрологическим режимом дельты р. Сырдарья, крайне малыми объемами её стока, прекращение затопления дельты паводковыми водами. Так если до начала Аральского кризиса паводковыми водами в дельте реки затоплялось 877,5 км² земель, то в 90-х годах эта площадь сократилась до 111 км². В 1971-1980 гг. среднее годовое стока реки составлял 2,3 км³/г., а в 1981-1986 гг. – 0,72 км³/г., при требуемом объеме только в весенний период года не менее 1,5-2,0 км³.

Основными озёрными системами Северного Приаралья являются Камышлыбашская и Акшатауская, обводнение которых осуществляется по четырем отдельным каналам и Приморская озерная система. В период с 1988 по 1997 гг. большинство шлюзов на этих каналах были разрушены весенними ледоходами и подпорами воды с озерных систем. Ремонт и текущая профилактика гидротехнических сооружений из-за отсутствия средств не проводились. Пропускная способность каналов уменьшилась из-за зарастания растительностью, заиливания дна и обрушения береговой насыпи. Частые прорывы временных дамб приводили к тому, что озёрная вода скатывалась обратно в р. Сырдарья, вызывая нарушение и деградацию экологического режима озерных и прибрежных систем.

Правительством Республики Казахстан и местными органами самоуправления предпринимались кардинальные меры по снижению экологического кризиса в казахстанской части Приаралья. Так благодаря строительству Аманаткульского и Аклакского гидроузлов (1975-1976 гг.), а так же Кокаральской перемычки (1988 г.) были сняты некоторые экологические стрессы в Северном Приаралье. Однако после прорыва в 1999 г. Кокаральской перемычки и в 2002 г. Аклакского гидроузла, все ранее восстановленные экосистемы оказались на грани исчезновения. Последующее понижение горизонта

воды в реке привело к тому, что значительная часть воды, скопившейся в озерных системах, обратным путем скатывается в реку и уходит в море. Всё это вместе взятое до предела обострило социально-экономические и экологические проблемы региона. При сохранении существующего гидрологического режима в дельте р. Сырдарьи в Северном Приаралье будут сохраняться крайне неустойчивая экологическая ситуация, требующая незамедлительного принятия адекватных мер. Тем более, что если для улучшения экологической ситуации в Южном Приаралье ведется активная работа (проекты: ГЭФ, ИНТАС, НАТО и др.), то в отношении Северного Приаралья, такая работа практически не проводится.

В заключение необходимо отметить, что неустойчивая экологическая ситуация в Южном и Северном Приаралье усугубляется рядом хозяйственных и социально-гигиенических проблем, связанных с сельским хозяйством, несанкционированными заборами воды, высокой насыщенностью севооборотом риса, неконтролируемыми сбросами хозяйственно-бытовых и сельскохозяйственных стоков. Наряду с этим, в последние годы возникла проблема, связанная с трансграничностью рек Амударьи и Сырдарьи, при которой, как правило, ущемленными оказываются территории, расположенные в дельте этих рек. В этом отношении в самых невыгодных условиях находится территория северного Каракалпакистана и Кызылординская область Казахстана. Нарушения выражаются в изменении графика попусков, загрязнении и недоподачей воды для нужд народного хозяйства.

Литература

1. Проблема Аральского моря и природоохранные мероприятия /В.А. Духовный, Р.М. Розаков, И.Б. Рузиев, К.А. Косназаров//Проблемы освоения пустынь.– 1984.– № 6.– С. 3–15.
2. Dukhovny V. Aral Sea Problems: Review and Decisions, Report of the Interstate Water Commission to ICID, Varna, 1994.
3. INTAS/RFBR-1733 Project, Assessment of the social-economic damage under the influence of the Aral Sea Level lowering. SIC ICWC, Tashkent, 2000y.
4. SFP NATO № 974357 “Integrated Water Resources Management for Wetlands Restoration in the Aral Sea Basin”, 2000.
5. GEF -Project “Scheme of creation wetlands in Amu-Darya delta”, 1996...97.
6. “Sudochye Lake rehabilitation”, project GEF, 2000.
7. Мальковский И.М., Соколов С.Б., Толеубаева Л.С., и др. Гидрологические основы реконструкции водохозяйственной системы дельты Сырдарьи //Географическая наука в Казахстане: Результаты и пути решения, Материалы конференции, посвященной 60-летию Института географии НАН РК, Алматы, 2001, с. 168-172.
8. Семенов О.Е., Шапов А.П. Оценка объемов переноса песка при пыльных бурях в районе Аральского моря. //Гр. КазНИИ Госкомгидромета. 1984. Вып.82. С. 21-29
9. Песчано-солевые бури в Приаралье. Гидрометеорологические проблемы Приаралья. Ленинград, 1990. С. 157-200.
10. Гельдыева Г.В., Будникова Т.И. Эоловые процессы на первичных морских равнинах Приаралья. // Изв. АН СССР, сер. географ, № 5, 1985. С. 87-91.

К ВОПРОСУ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

И.Х. Домуладжанов, Л.В. Бордюг

ННО «Эко-Фергана»

Мониторинг реки Маргиланская, Южно Ферганского канала и Кызыл-Тепинского коллектора осуществлялся при выполнении работы для АОТ «Масложиркомбинат», который осуществлял реконструкцию нескольких объектов у себя на территории. Для них и разрабатывались проекты «Заявления о воздействии на окружающую среду объектов АОТ».

АОТ «МЖК» находится во впадине, расположенной в зоне транзита подземных вод. Питание водоносного комплекса, сложенного аллювиально - пролювиальными отложениями Голодностепно-

го, Ташкентского и Сохского водоносных комплексов, осуществляется в предгорьях Алайского хребта за счет перетока трещинных вод кристаллических пород складчатого основания и атмосферных вод, а в области транзита - за счет фильтрационных потерь из естественных и искусственных водотоков и водоемов, инфильтрации оросительных вод с полей в период поливов и промывок, а также за счет восходящей фильтрации из нижележащих водоносных горизонтов.

Гидрографическая сеть в исследуемом районе представлена реками Исфайрамсай и Маргилансай, но определяющей является сеть искусственных гидромелиоративных сооружений, в целом их можно разделить на воды каналов и коллекторов, самый крупный из них - Южно-Ферганский канал. Поверхностные воды существенно различаются по минерализации. Так, например, воды канала имеют более низкую минерализацию, чем воды коллекторов (0.46 и 1.16 г/л соответственно). Химический состав вод коллекторов и каналов практически одинаков (табл. 1). Для коллекторных вод характерна более высокая жесткость - 15.2 мг-экв/л, против 5.1 мг-экв/л.

В 0,2 км к юго-востоку от АООТ пролегает Маргилансай, относящийся к водоемам рыбохозяйственного пользования и к бассейну р. Сырдарья. До реки не доходит, разбирается на орошение.

АООТ «МЖК» проводит частично сброс сточных вод в Маргилансай и частично в горканализацию.

Состав воды в створах сбросов сточных вод в Маргилансае приведен в табл. 2.

Из данных таблиц видно, что в целом по рассматриваемому водотоку содержание загрязняющих веществ (азота аммонийного, азота нитратного, нефтепродуктов) невысокое и не превышает предельно допустимых концентраций, исключая фенолы, по которым наблюдается превышение нормативных показателей в 2 раза. Кислородный режим р. Маргилансай удовлетворительный, концентрация растворенного кислорода на уровне 9,22 мг O₂/л.

Химический состав воды реки формируется под влиянием загрязнений, поступающих со сточными водами промышленных предприятий г. Ферганы и стоков с сельхозугодий. Так, в створе выше города наблюдается превышение нормативных концентраций лишь по фенолу (в 2 раза) тогда как в створе ниже города этот показатель повышается до 2,5 с одновременным возрастанием минерализации в 1.1 раза, биологического потребления кислорода в 1.2 раза, концентраций азота аммонийного - в 1.1, азота нитритного в 1.4, нефтепродуктов - в 1.5, железа - в 1.5, меди - в 1.4, хрома - в 1.7 раза.

Таким образом, по степени загрязнения воды р.Маргилансае соответствуют II и III классу чистых и умеренно загрязненных вод.

Поток подземных вод г Ферганы сформировался за счет инфильтрации подземного стока рек Маргилансай, Исфайрамсай, Шахмардансай и других ирригационных систем.

Дополнительно происходит подпитка водоносных комплексов за счет потерь на инфильтрацию части вод сети оросительных каналов.

Сохский водоносный комплекс (O₁Sh) изучен в урочище Ходжа-Гаир, где подземные воды вскрыты на глубине 9.9-13.8 м. Мощность отложений 3-10 м Удельный дебит скважин - 0.06-0.38 л/сек.

Питание водоносного комплекса происходит путем инфильтрации атмосферных осадков и разгрузки трещинных вод палеозойских пород.

В пределах Чимион - Аувальской и Ярматарской впадин, а также адырных гряд воды сохских отложений приурочены к конгломератам обладающим крайне разнообразными фильтрационными свойствами, причем отмечается закономерное уменьшение их сверху вниз.

Ташкентский водоносный комплекс в адырных грядках распространяется только на северо-восточное оконечности Аккияльской, северо-западной части Палмазарской а также в пределах Кувинских и Капчугайских гряд. Отложения представлены слабосцементированными крупногалечниковыми конгломератами; в пределах адырных гряд и крупными галечниками во впадинах и в пределах конусов выноса.

Водообильность отложений различна - от незначительной до умеренной. Удельные дебиты изменяются от сотых долей до 2.5 л/сек. Коэффициент фильтрации 0.5-5.5 м/сут.

Питание происходит за счет инфильтрации поверхностного стока рек и каналов на участках выхода отложений на дневную поверхность и в пределах Чимион - Аувальской впадины. Разгрузка происходит, главным образом путем восходящей фильтрации в вышележащие горизонты и оттокам за пределы района.

Таблица 2
Состав воды в Южно-Ферганском канале и Кара - Тепинском коллекторе

Наименование показателей	Значение показателей										ПДК для рыбохозяйственных водоемов
	Южно-Ферганский канал					Кызыл-Тепинский коллектор					
	1994 г		1995 г			1994г		1995г			
	Пост №4	Пост №5	Пост №4	Пост №5	Пост №5	До сброса	После сброса	До сброса	После сброса	После сброса	
Температура, С ⁰	14.7	15.2	21.2	20.3	20.3	15.5	15.5	18.8	18.8	18.8	20
Порог окраски	б/ц	серв	б/ц	б/ц	б/ц	серв.	серв.	б/ц	б/ц	б/ц	-
Запах, балл	0	1	0	0	0	1	1	0	2	2	-
Взвешен. веш. мг/л	22.5	13.3	33.7	36.4	36.4	56.8	86.2	101.8	55.3	55.3	-
Минерализация, мг/л	510.8	724	659.8	658.6	658.6	1946.2	1850.2	1648	1650	1650	1500
РН	7.8	8.02	6.87	6.6	6.6	7.8	7.8	7.6	7.8	7.8	6,5-8,5
ХПК, мгО ₂ /л	27.5	47.5	41.2	53.7	53.7	35	63.4	70.2	74.3	74.3	не норм.
БПК, мгО ₂ /л	1.76	2.52	1.21	3.7	3.7	2.1	4.0	12.2	19.65	19.65	3,0
Щелочность, мгэкв/л	4.0	3.9	3.51	3.6	3.6	3.26	3.44	4.18	3.57	3.57	не норм.
Азот аммонийный	1.6	1.5	3.0	2.7	2.7	1.28	0.30	1.96	1.79	1.79	0,4
Азот нитритный	0.013	0.22	2.33	5.07	5.07	0.130	0.51	0.129	0.32	0.32	0,02
Азот нитратный	3.5	3.3	117.15	118.0	118.0	4.39	3.86	2.87	4.61	4.61	9,1
Кальций, мг/л	118.3	119.4	47.7	50.5	50.5	174.0	202.5	185.6	208.6	208.6	180
Магний, мг/л	52.4	47.8	0.32	0.17	0.17	263.7	68.9	91.8	75.4	75.4	40
Железо мг/л	0.22	0.24	отс.	отс.	отс.	0.38	0.57	0.43	0.5	0.5	0,1
Медь, мг/л	0.01	0.11	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	0,001
Хром, мг/л	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	0,02
Хлориды, мг/л	65.1	59.1	61.5	55.5	55.5	88.0	120.5	106.1	102.5	102.5	300
Сульфаты, мг/л	318.6	401.5	357.8	368.1	368.1	719.4	699.7	576.3	689.6	689.6	100
Нефтепродукт, мг/л	0.28	0.55	0.11	0.20	0.20	0.62	0.79	0.36	0.36	0.36	0,05
Фосфаты, мг/л	0.45	0.4	0.4	0.6	0.6	0.44	0.18	0.40	1.0	1.0	0,61

Таблица 2
Состав воды в Маргилансае

Наименование показателей	Выше г. Ферганы	Ниже г. Ферганы
Температура, С ⁰	15.6	16.6
Взвешенные вещества, мг/ л	85.8	64.9
РН	7.55	7.6
Кислород	9.22	8.95
БПК	1.38	1.66
ХПК	11.7	10.2
Минерализация	630	662
Жесткость , мг-экв/ л	8.18	8.68
Магний, мг/ л	35.2	37.2
Хлориды, мг/ л	24.9	27.8
Сульфаты, мг/ л	216.1	220.6
Гидрокарбонаты, мг/ л	207.5	205.8
Кальций, мг/ л	106.02	110.4
Азот аммонийный, мг/ л	0.09	0.10
Азот нитратный, мг/ л	5.76	6.48
Азот нитритный, мг/ л	0.011	0.016
Железо, мг/ л	0.09	0.11
Медь, мг/ л	0.7	1.2
Хром, мкг/ л	0.8	1.0
Нефтепродукты, мг/ л	0.02	0.03

Голодностепский водоносный комплекс распространен практически повсеместно и сложен хорошо отсортированным крупногалечным материалом в пределах головных частей конусов выноса и переслаиванием его с суглинками на их периферии. Мощность уплотнений – 100м. По водообильности и фильтрационным свойствам он аналогичен ташкентскому водоносному комплексу. Питание водоносного комплекса в предгорьях осуществляется за счет перетока трещинных вод палеозойских пород и атмосферных осадков, на остальной территории - за счет фильтрационных потерь из естественных и искусственных водотоков и водоемов, инфильтрации оросительных вод с полей в период поливов и промывок а также за счет восходящей фильтрации из нижележащих водоносных горизонтов.

Подземные воды частично расходуются на выклинивание в коллекторно-дренажную сеть, испарение орошение и на хозяйственно-питьевые нужды.

Для вышеописанных водоносных комплексов характерны общие закономерности сезонного и многолетнего режимов.

В зоне транзита подземных вод (Ярмазарская впадина) наивысшее положение уровня навешается в декабре - январе, минимальное - в апреле. Амплитуда колебания уровня составляет 0.9 – 2.5м.

Необходимо отметить, что все водоносные горизонты гидравлически тесно связаны образуя единый водоносный комплекс мощностью более 350 м.

Фильтрационные свойства водовмещающих пород неодинаковы и ухудшаются от кровли к подошве, а также от вершин конусов выноса к периферии. Наиболее проницаема верхняя зона, емкость которой достигает 120 м. Эта зона явилась основным источником водоснабжения в районе.

Гидрогеохимические особенности верхнего (голодностепского) водоносного горизонта изучены наиболее детально, так как на нем пробурено большинство гидрогеологических скважин. Наибольшее распространение получили сульфатные, кальциевые, гидрокарбонатные, магниевые воды с минерализацией 1-3 г/л и общей жесткостью от 5 до 20 мг-экв/л. За ними следуют сульфат – гидрокарбонатно-магниевые воды с минерализацией до 1 г/л и общей жесткостью до 14 мг-экв/л. Эти воды встречаются в виде небольших пятен в районах поселка Каратепе и на севере поселка Заркент.

В целом, воды Голодностепского водоносного горизонта неблагоприятны для питьевого водоснабжения как по минерализации (1-3 мг/л), так и по жесткости, которая в большинстве случаев более чем в два раза превышает установленные нормативы. Количество сульфатов также превышает ПДК 500 (мг/л), достигая в отдельных случаях 1000 мг/л. Относительное улучшение качества подземных вод наблюдается в северной части района, где минерализация не превышает 1 г/л, незначительно снижается жесткость.

Наиболее приемлемыми водами для организации питьевого водоснабжения являются воды Ташкентского и Сохского водоносных горизонтов. Несмотря на близкий химический состав (табл. 2), воды в этих водоносных горизонтах менее минерализованы, особенно Сохского горизонта, жесткость их существенно ниже, чем в Голодностепском горизонте.

Грунтовые воды относятся к слабощелочным (рН 8.2), воды незасоленные.

Таким образом, в районе расположения объектов АООТ «МЖК» отмечается довольно близкое залегание грунтовых вод. Воды слабоагрессивны по отношению к бетону и конструкциям из железобетона. Ряд выявленных факторов (отсутствие, сети пьезометрические скважин, близкое расположение к АООТ крупных промышленных предприятий - возможных источников загрязнения подземный вод, наличие уклона территории в сторону реки Маргилан - Сай. Условия хранения на АООТ твердых отходов) диктуют необходимость наладки систематического контроля за состоянием грунтовых вод,

Из этих соображений и необходимо выполнять проектные и строительные работы для объектов АООТ «МЖК».

По результатам исследований о степени загрязнения воды р. Маргиланская, можно сделать выводы о том, что их воды можно отнести к чистым и умеренно чистым водам..

Такие наблюдения необходимо продолжать, это позволит регулировать загрязненность р. Маргилансай.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВЕТЛАНДА СУДОЧЬЕ

Е. Крейцберг-Мухина, И. Мирабдуллаев, В. Тальских¹

Институт зоологии АН Республики Узбекистан

Ветланды («влажные земли») представляют собой земли, постоянно, сезонно или периодически насыщенные водой и являющиеся средой обитания биологических форм. К ветландам относится широкий круг водоемов, мелководий и избыточно увлажненных земель с водно-болотной растительностью и специфическим животным миром. Ветланд Судочье расположен в Южном Приаралье в Республике Каракалпакистан и занимает площадь (по данным космоснимка июля 2000 г.) 34280 га и имеет внешний периметр 112,1 км. Территорию в 23984 га (70%) занимает растительный покров с преобладанием тростника (23984 га). Из современных водоемов наибольшие размеры имеют озера Акушпа и Большое Судочье. Более мелкие озера – Каратерень, Бегдулла-Айдын и Тайлы. Кроме этого, в период многоводья на территории ветланда образуется от 110 до 150 мелких и средних мелководных, изолированных и недоступных озер, диаметром от десятков, до сотен метров.

С осени 1999 по осень 2002 г. в пределах ветланда Судочье был осуществлен экологический мониторинг в рамках большого проекта ГЭФ по восстановлению и управлению водными ресурсами в регионе Аральского моря. В связи с резкими изменениями водного режима в течение последних десятилетий наблюдались периодические высыхания и обводнения водоемов ветланда, которые приводили к смене экосистем (Лукашевич, 1990). Тем не менее, на начало экологического мониторинга биологическая емкость угодий, представленных в районе ветланда, была значительной и обеспечивала функционирование как водных, так и около водных, прибрежных экосистем. Гидрологический режим озера поддерживался за счет поступления дренажных вод и, в меньшей степени, за счет сезонных атмосферных осадков.

Основные результаты мониторинга

Анализ ретроспективного и современного состояния озера Судочье показывает, что основными абиотическими факторами, определяющими развитие водных экосистем ветланда, всегда являлись гидрологические и гидрохимические режимы водных объектов. Гидрологический режим озер ветланда в настоящее время целиком и полностью зависит от объема поступающих в них коллекторных

¹ В работе принимали участие: К. Громыко, А. Крейцберг, В. Апарин, Д. Азимов, Е. Лановенко, Р. Шоякубов, И. Жолдасова, А. Есипов, М. Карабеков

вод. До 2000 года ежегодный объем стока, поступающего в системы оз. Судочье и усредненный за многолетний период 1980-1999 гг., колебался от 8,0 до 32 м³/с (по среднемесячному значению). Большие расходы воды по коллектору в 2000 году наблюдалось в январе и феврале. Следствием этого увеличения стока коллекторно-дренажных вод явилось повышение уровня горизонта воды в озёрах ветланда. С июня началось снижение водоносности самой реки, и, соответственно, сократился объем поступающей воды в озеро. Резкое и повсеместное понижение уровня воды во всех озерах наблюдалось с мая по июнь 2000 года. К периоду на июль - август горизонт воды в озере Акушпа снизился до 51,36 м., в оз. Каратерень – 49,65 м. В результате сокращения поступления воды в эти озера произошло осушение огромных территорий. В течение всего 2001 года и первой половины 2002 в низовьях реки Амударьи продолжалась напряженная водохозяйственная обстановка. Следствием её стало резкое сокращение площади орошаемых земель, что в свою очередь привело к повсеместному понижению уровня грунтовых вод на орошаемых землях и соответственно к снижению объема коллекторных вод. Таким образом, большую часть проектного времени мониторинга наблюдалась нестабильная гидрологическая обстановка, повлекшая за собой тяжелые последствия для экосистемы ветланда в целом. Только в 2002 г. ситуация начала изменяться в сторону наполнения водоемов водой и оптимизации гидрологического режима.

Гидрохимический режим водоемов ветланда Судочье также был нестабилен и целиком и полностью зависел от объема и качества воды, подаваемой в систему по коллекторам. К сожалению, засуха 2000-2001 годов, не дает типичной картины, характерной для обычного состояния ветланда, характеризующего его в последние десятилетия. Условия засухи наиболее сильно повлияли на качество воды, которая под действием инсоляции меняла свой состав на рассолы с последующим высыханием и образованием солончаков. Результатом исследования явилось фиксирование кризисной деградации всех водоемов, как следствие засухи в период с октября 1999 по июль 2002 год. Начиная с начала июля 2002 г. была возобновлена подача воды в водоемы ветланда по двум коллекторным каналам. Практически в это же время был открыт и обводнен экологический прокоп 1, подающий воду в южную застойную зону озера Акушпа. Мониторинговые исследования позволили установить, что для реализации режима проточности при заполнении до оптимального уровня необходим объем воды 600-650 млн. м³, что достижимо в годы средней водности. Это обеспечит стабильный гидрохимический режим водоемов. В маловодные годы необходима подача 350 млн. м³. При прекращении подачи воды Левобережная часть ветланда деградирует в течение одного года. При этом минерализация в изолированном озере Акушпа, в кризисный период, увеличивается до средних величин – 48-82 г/л (максимальные 121 г/л). Этот тип воды, при условиях высокой минерализации, является губительным для всего растительного и животного мира. В условиях проведенных ИТМ на левобережной части ветланда и введения в эксплуатацию прокопа в южной части озера Акушпа (сентябрь 2002 г.), началась подача воды и превращение левой части ветланда в проточный каскад озер. Небольшой временной интервал (1 месяц) не позволяет дать полную оценку этих мероприятий. Однако мониторинг, проведенный в октябре 2002 года, показал значительные улучшения качества воды в озерах Акушпа и Тайлы. Правобережная часть ветланда в период поступления воды имеет наиболее удовлетворительные гидрохимические характеристики качества воды. Это обусловлено подачей воды одновременно с двух коллекторов. Минерализация воды в этот период соответствует в этих озерах 3-7 г/л. В условиях прекращения подачи воды и засухи в правобережной части ветланда в первую очередь пересыхают мелководные озера. Минерализация этих озер в этот период составляет от 10 до 50 и более г/л. Северная часть ветланда, представленная проточным озером Каратерень, при условии подачи воды по коллектору, имеет тот же состав и минерализацию, что и питающий коллектор, незначительно увеличиваясь в количественных характеристиках. Средние значения минерализации в этот период составляют от 3,5 до 7,7 г/л. При прекращении подачи воды по Кунградскому коллектору, озеро Каратерень резко сокращает свои площадные характеристики (на 80%) и мелеет. Минерализация его воды составляет в среднем от 12 до 54 г/л.

Вследствие нестабильности абиотических факторов, биотические характеристики ветланда Судочье также значительно менялись в ходе мониторинга.

Фитопланктон озёр ветланда Судочье был представлен 271 видами водорослей, среди которых по видовому богатству выделяются диатомовые водоросли, представленные 130 видами, за ними видовому разнообразию следуют синезелёные водоросли – 79 видов и зелёные водоросли – 57 видов. Остальные систематические группы водорослей представлены единичными формами организмов. Формирование количественного состава фитопланктона озёр происходит за счёт относительно небольшого числа (34 вида) доминирующих форм водорослей. Подавляющую часть численности и биомассы фитопланктона озёр ветланда составляют синезелёные и диатомовые водоросли. В связи с постоян-

ной повышенной засоленностью и повышенным уровнем трофности всех обследованных озер, сезонные сукцессии перифитона в них были выражены слабо. Они характеризовались в начальный период мониторинга более заметным и разнообразным развитием летом и осенью планктонных и перифитонных сине-зеленых водорослей (*Cyanophyta*). Однако, в 2001 году их количественное развитие и видовое разнообразие были более низкими по сравнению с периодом 1999-2000 гг. Во всех озерах также следует отметить снижение показателей развития зеленых нитчатых водорослей и, в том числе, такого типичного обитателя солоновато-водных водоемов, как *Cladophora fracta var. normalis*. Начавшееся с июля 2002 года поступление в систему ветланда Судочье воды из Кунградского коллектора способствовало повторному появлению и даже обильному развитию в перифитоне некоторых озер этой характерной водоросли. Таким образом, эта зеленая нитчатая водоросль в 2002 году вновь стала доминирующим видом даже в тех озерах, где ее развитие в начальный период мониторинга было слабым или умеренным из-за интенсивного выедания рыбами. В остальном существенных изменений в видовом составе перифитона в большинстве озер не произошло, потому как они в результате их катастрофического усыхания не успели (в отличие от озера Каратерень) достигнуть критического уровня засоленности. В связи с прогрессирующим засолением водной массы, от года к году происходила деградация пресноводной флоры перифитона и замена ее на солоноватоводно-морскую флору, что наиболее ярко было выражено в тупиковой части ветланда – в озерах Акушпа и Каратерень. Причем, последнее по составу и структуре перифитонных сообществ сравнивалось с Акушпой к 2001 году. К апрелю 2002 года основная часть акватории и прибрежных зон практически всех озер потеряла свои биопродукционные характеристики и не способна была поддерживать необходимый минимальный уровень биологического разнообразия и жизнеобеспечения таких важных промысловых популяций, как ондатра и рыбы. В июле и октябре 2002 года, в связи с поступлением коллекторной воды, отмечен начавшийся положительный тренд частичного восстановления альгофлоры перифитона в озерах Бегдулла-Айдын, Большое Судочье и в северной и средней части Акушпы.

На озерах ветланда Судочье по площади зарастания гидрофитов ведущее место занимают, в основном, тростниковые и рогозовые, а также триполовые ассоциации (Катанская, 1959; Таубаев, 1970). Урожайность основных зарослеобразующих растений водоемов ветланда Судочье – тростника и рогоза в 2001 г. в связи с ухудшением гидрологического режима водоемов значительно снизилась. Поступление в 2002 г. свежей воды через Кунградский коллектор положительно повлияло на биологическое состояние и повышение урожайности тростника и рогоза по сравнению с 2001 годом. Укосы и сжигание тростниковых и рогозовых зарослей в пределах ветланда проводятся стихийно и не планомерно, что в конечном итоге приводит к их истощению. Высокая минерализация воды также отрицательно сказывается на продуктивности тростника и рогоза. Поступление свежей воды в 2002 г. положительно повлияло на рост прибрежной растительности, что определило некоторое увеличение ее продуктивности по сравнению с 2001 г.

Всего за период мониторинга отмечено 76 таксонов планктонных животных. Это заметно больше чем было известно для озера Судочье в предшествующие периоды исследования (Казахбаев, 1988). Большое выявленное разнообразие зоопланктона обусловлено, главным образом, более подробными исследованиями в ходе реализации проекта. Впервые для озера отмечено 24 вида зоопланктеров. 8 видов являются новыми для фауны Каракалпакстана. В 1999-2001 в связи с ростом минерализации водоемов происходило заметное сближение состава зоопланктона всех исследованных водоемов, что было связано с постепенным выпадением из планктонных сообществ большинства пресноводных видов и формированием однородной галофильной и галотолерантной фауны. В 2002 г. в связи с увеличением разнообразия минерализации водоемов, а также с общим увеличением разнообразия зоопланктона наблюдалось и уменьшение сходства видового состава зоопланктона между различными озерами ветланда.

В составе зообентоса за весь период мониторинга было обнаружено в общей сложности 94 вида организмов, среди которых по разнообразию преобладали личинки хирономид, личинки стрекоз и жуков, личинки двукрылых, клопы, моллюски и олигохеты, ручейники, поденки. Наиболее высокое таксономическое разнообразие донной фауны за весь период обследования было отмечено в 2000 году (64 вида). В 2001 году количество обнаруженных видов снизилось в 2 раза (31 вид), а в 2002 году видовое разнообразие вновь повысилось до 54 видов. Однако, в условиях нестабильности, связанной с прогрессирующим обмелением и ростом засоленности озер, происходила катастрофическая перестройка видового состава и структуры зообентоса. В весенний и летний период 2002 года начала просматриваться тенденция в стирании видовых различий между дренируемыми озерами и Акушпой, а осенью 2002 года, в результате начавшегося поступления коллекторной воды в систему ветланда Судочье, наметился определенный положительный тренд восстановления исходного видового состава

донной фауны. Проведенные исследования выявили в составе биоты ветланда ряд видов водных животных морского (Аральского) происхождения (Мирабдуллаев и др., 2001)

Количественное развитие фито- и зоопланктона озёр ветланда позволяет отнести их по типу продуктивности к олиготрофной группе водоёмов. Это кажется парадоксальным, учитывая конечное расположение озер ветланда в гидрографической сети региона. Однако необходимо учесть обильное развитие гидрофитов и гидатофитов, потребляющих, очевидно, основную часть биогенных элементов (N, P) и таким образом конкурентно подавляющих развитие фитопланктона, и потребляющего его зоопланктона.

Ихтиофауна ветланда была представлена 24 видами и подвидами рыб, большинство из которых относится к семейству карповых – 16 видов. Из всего состава рыб пять видов относятся к группе маломерных, промысловых рыб, все остальные используются в промысле. Видовое разнообразие ихтиофауны озер ветланда Судочье сформировано из аборигенных видов Арало-Амударьинского бассейна и дальневосточных интродуцентов, случайно или специально завезенных в этот регион (Никольский, 1940; Павловская, Жолдасова, 1991). Большинство видов являются постоянными обитателями озёр, и только некоторые попадают случайно вместе с поступающей водой. Практически все они являются пресноводно-генеративными формами рыб, обитающими в водоёмах с минерализацией до 12 (г/л) и только некоторые из них переносят большую минерализацию воды – до 30-35 (атерина, амурский бычок и медака). Падение уровня воды и сокращение площадей ветланда сказались на ограничении миграций рыб и сокращении площадей нерестилищ карповых рыб. В результате – на водоемах ветланда наблюдалось падение их воспроизводства. Нарушение воспроизводства рыбы вместе с осуществлением тотального промысла в 2000-2001 гг. привело к практически полному исчерпанию рыбных запасов ветланда. В то же самое время, наблюдался вылов и сбор рыбы многочисленными стаями птиц-ихтиофагов. Поступление воды на территорию ветланда весной летом 2002 г. привело к восстановлению в составе его ихтиофауны восточного леща, чехони, пестрого толстолобика, судака, белого амура и росту количественных показателей популяций. Особенностью структуры большинства вновь формирующихся популяций промысловых рыб этого года является то, что они состоят из молодых, не достигших промысловой меры и половой зрелости, рыб. В связи с тем, что рыбное стадо представлено в основном молодыми особями, естественно, что эта молодь не может быть объектом промысла. В такой ситуации эти поколения рыб нуждаются во всемерной охране, так как являются основой формирования будущих сырьевых рыбных ресурсов.

Прибрежная растительность ветланда Судочье представлена 71 видами высших растений. Растительный покров в современной дельте почти повсюду несет следы деятельности человека (Таджидинов, Бутов, 1972). Древесно-кустарниковый тугай на значительных площадях уничтожен на топливо или распахан. В настоящее время здесь на гидроморфных почвах с относительно небольшим количеством солей формируются крупнотравные ассоциации лугового типа с солевыносливыми растениями: солодковые, тростниковые и другие. Пониженные, сложенные суглинистыми и глинистыми отложениями пространства приаральской части дельты, покрытые водой застойного характера, зарастают лугово-болотными растениями – тростником, камышом, рогозом. Наиболее распространены рогозово-тростниковая и тростниковая ассоциации. По мере заиления западины пересыхают, болотная растительность заменяется луговыми фитоценозами. Усыхание поверхности сопровождается подтягиванием солей в верхние горизонты почвы. На смену луговым фитоценозам приходят сообщества с солевыносливыми и засухоустойчивыми эдификаторами.

Современную паразитологическую ситуацию в озере Судочье и на прилегающих территориях ветланда следует рассматривать в качестве стабильного процесса. Эпизоотический процесс в зависимости от экологических факторов, может быть напряженным по ориентобильгарциозу и фасциолёзу животных в последующие годы. Это требует постоянного мониторинга компонентов эпизоотического процесса в регионе, что необходимо для прогноза и проведении соответствующих мер профилактики инвазии (Азимов, 1978, 1986).

Экстремальное маловодье 2000 г. вызвало осушение прибрежных водоёмов и мелководий, оголение прикорневых зон тростника, увеличение минерализации воды, что привело к сокращению, а к концу лета к полной ликвидации мест выплода личинок комаров. Следствием этого явилось нарушение смены генерации комаров и относительно невысокая численность имаго этих насекомых в летний и осенний периоды года. В 2001 г. наблюдалась совершенно нестандартная для Приаралья ситуация, характеризующаяся относительно невысокой численностью кровососущих комаров. Для сокращения мест выплода кровососущих комаров в дальнейшем на территории ветланда необходимо систематически проводить регулирование уровня воды в коллекторах.

Энтомофауна прибрежной зоны ветланда Судочье весьма разнообразна и в основном складывается из видов, трофически связанных с фоновыми растениями этих мест - тростником, тамариксом, янтаком. Одним из наиболее экономически важных видов фитофагов, характерных для наиболее ценных видов растительного сырья в районе исследований, является саранча (*Locusta migratoria migratoria*). Она является одним из самых серьезных вредителей тростника (*Phragmites australis*) в пределах ветланда Судочье. В 2002 году здесь наблюдалось формирование и распространение огромных стай азиатской саранчи. Особо крупные ее скопления были зарегистрированы в июле 2002 года вокруг озер Каратерень и Акушпа. Саранча образовывала кулиги (стаи) протяженностью от 1,5 - 2 до 5 км и медленно передвигалась вдоль зоны зеленого тростника, растущего по бережьям озер, поедая его до основания. В течение летнего сезона большая часть тростниковых зарослей и других злаковых, произраставших у озер Акушпа и Каратерень, была выедена до основания. Уничтожив тростник в местах вылода, кулиги саранчи начали перелетать на юг вдоль каналов, достигая сельхоз-угодий и уничтожая посевы. Появление кулиг саранчи в Южном Приаралье вызвало опасение ее распространения в этом регионе и повреждения урожая сельскохозяйственных культур. Подобная вспышка численности саранчи наблюдается впервые после многих лет и, соответственно, требует как объяснения, так и разработки превентивных мер для предупреждения повреждения урожаев в дальнейшем.

Всего за период экологического мониторинга на водоемах ветланда Судочье было отмечено 230 видов птиц, относящихся к 17 отрядам, из них гидрофильными является 101 вид. Особое значение озеро имеет для сохранения перелетных видов птиц, здесь собирается от 40-50 до 100 тысяч особей гидрофильных видов птиц во время сезонных миграций и держится от 20 до 40 тысяч птиц в летний период. На территории ветланда отмечено 24 редких и уязвимых вида птиц (Красная книга Узбекистана, 2003), многие из которых являются фоновыми для этой территории. На территории ветланда останавливается во время пролета и гнездится более 20 охотничье-промысловых видов (Кадастровый справочник, 1992). Поэтому часть ресурсов охотничье-промысловых видов может быть использована в местной экономике в период миграций для развития любительской охоты внутри региона. Ветланд Судочье имеет огромное значение как для сохранения и приумножения охотничье-промысловых видов птиц (лебеди, утки, лысуха), так для сохранения глобально угрожаемых видов птиц и видов, внесенных в национальную Красную книгу.

За отчетный период на обследуемой территории выявлено присутствие 25 видов млекопитающих, относящихся к 6 отрядам, представленных несколькими группами видов: псаммофильными, гидрофильными, эвритопными и синантропными. Из указанных видов только один (джейран) внесен в Красную книгу Узбекистана и три (серый хомячок, джейран и сайгак) в Красную книгу Международного Союза охраны природы (IUCN). Из охотничье-промысловых видов млекопитающих особый интерес представляет ондатра, завезенная на водоемы Приаралья в 1944 г. Успешная акклиматизация и бурный рост численности ондатры, определили размеры ее промысла в 50-е и 60-е годы, когда в Каракалпакии заготавливалось от 0.6 до 1.1 млн. шкурок в год (Реимов, 1968, 1987). Последовавшее за этим обмеление и высыхание многих водоемов низовий Амударьи привело к потере большей части наиболее продуктивных ондатровых угодий и снижению заготовок ондатровых шкурок, и после 1973 года объемы заготовок не превышали 50 тыс. в год (Реимов и др., 1993). В пределах ветланда Судочье, с лета 2000 года в результате обмеления системы озер, качество ондатровых угодий неуклонно ухудшалось. Уже весной 2001 года большая часть прибрежной полосы озер стала непригодна для ее обитания. Осенью 2001 года ондатра из-за дальнейшего пересыхания водоема практически исчезла. Помимо падения уровня воды основным ограничивающим численность ондатры фактором являлся промысел.

Прогноз восстановления ресурсов ветланда

По расчетам специалистов, озеро в полном проектом объеме будет заполнено к середине декабря 2002 г. В этом случае объем воды в озере будет в пределах 650 - 700 млн. м³, а горизонт воды у Водовыпуска на Аккумской гряде достигнет проектной отметки 52,20. С этого момента начнется процесс промывки озера путем открытия затворов на расход, равный количеству подаваемой воды с целью их балансирования. Необходимо будет установить контроль горизонтов воды во всех озерах и их минерализации. Особое внимание потребует мониторинг скорости течения, расходов и горизонтов воды в начале и конце новых экологических каналов, чтобы определить их динамику во взаимосвязи с общей минерализацией воды, а также с количеством подаваемой и отводимой воды. Данные этих наблюдений, должны послужить основой для определения критериев управления гидрорежимом озера Судочье в целом и оценить воздействие этих объектов ИТР на окружающую среду. Все настоящие

прогнозы основываются на экспертных заключениях консультантов, полученных на основе анализа реальных событий.

Экстремальное маловодье 2000 и 2001 гг. привело к существенной деградации экосистемы ветланда в целом и к резкому изменению связей между ее отдельными компонентами, вплоть до их разрушения. Таким образом, по всем показателям экологического мониторинга, выполненного за первый и второй этап, в настоящее время ветланд Судочье может рассматриваться как экосистема с крайне нестабильным экологическим режимом. Несмотря на потенциально высокую продуктивность биоресурсов экосистемы ветланда Судочье в сложившихся условиях трудно предсказать сроки полной стабилизации его экологического режима, во всяком случае, это будет непростой и не быстрый процесс. При современной напряженности водохозяйственной обстановки достаточно проблематично заполнение всей территории проектной зоны в ближайшие сроки, поскольку речь в проекте идет об очень больших площадях обводнения. Поэтому необходимо рекомендовать наполнение системы водой в многоводные годы, для обеспечения и оптимизации ее гидрологического режима в периоды засух.

В благоприятные годы объем коллекторного стока может колебаться в пределах 250 - 350 млн. м³ в год. Для обеспечения оптимального функционирования биологического режима, необходимо поддержание слабо солевого режима озер, с минерализацией не более 15 г/л солей, а также проточности. Проточность определяет стабильный химический тип воды с преобладанием анионов сульфатов и катионов магния. Бессточные водоемы, за счет испарения, создают условия для доминирования в больших содержаниях, ионов хлора и натрия, губительно влияющие на биоту. Увеличение подачи воды в озера и увеличение их глубины должно привести к расширению доли пелагиали, снижению роли гидрофитов, гидатофитов и перифитона на открытых больших плесах. Это в свою очередь создаст лучшие условия для развития в таких зонах фитопланктона, являющимся основным компонентом питания толстолобика. В тоже время, а в обширных прибрежных плесах биологическое значение гидрофитов, гидатофитов и перифитона будет высоким и явится благоприятным фактором для восстановления рыб и птиц фитофагов, какими являются многие охотничье-промысловые виды. Увеличение подачи воды в озера будет также способствовать восстановлению элементов исходной пресноводной флоры и фауны и их продуктивности. В перспективе, при распреснении и увеличении площади водоемов ветланда следует ожидать увеличения риска возникновения эпизоотий гельминтозов диких и домашних животных промежуточными хозяевами которых являются водные моллюски, т. е. бильгарциозов и фасциолезов.

Прогноз дальнейшего существования устойчивых поселений гидрофильных видов птиц ветланда Судочье и видового разнообразия орнитофауны в целом основывается на оценке стабильной работы инженерно-технических сооружений и скорости восстановления гидрологического режима водоемов. Разная степень минерализации водоемов создает условия для восстановления видового разнообразия жизненных форм как пресноводных, так и солоноводных экосистем. Это обстоятельство будет определять и формирование орнитологических комплексов. Быстрое восстановление подводной растительности – водорослей и планктона, а также появление макрофитов и заселение водоемов ихтиофауной, - сопровождается увеличением видового разнообразия и использования этих кормовых объектов фитофагами (утиными) и ихтиофагами (поганковыми и чайковыми). Дальнейшее развитие сукцессионных процессов будет идти по пути восстановления высшей прибрежно-водной растительности, которая образует тростниково-рогозовые плавни, и будет создавать условия для укрытий и гнездования многих видов околоводных и водоплавающих видов птиц, а также для восстановления местной популяции фазана. Потребуется несколько лет на восстановление защитных и кормовых свойств ветланда, существовавших в этом районе на начало мониторинга. Учитывая то обстоятельство, что засуха значительно трансформировала все дельтовые водоемы Амударьи, водоемы ветланда будут служить в качестве гнездовых биотопов для крупных фитофагов (лебедь-шипун, серый гусь) и крупных ихтиофагов (голенастые, веслоногие) задолго до полного их восстановления. Расположение ветланда на магистральных пролетных путях птиц из Западной Сибири и Казахстана в Африку и на Индо-Пакистанские зимовки будет и в дальнейшем определять как богатый видовой состав, так и значительное количество останавливающихся транзитных мигрантов, среди которых значительную часть составляют охотничье-промысловые виды.

Териологический режим ветланда в целом будет оставаться достаточно стабильным. Что касается ондатры, то потребуются специальные меры по ее восстановлению. Для восстановления и сохранения уязвимых видов млекопитающих, статус заповедника должен быть придан части территории Устюрта, граничащей с озером Акушпа.

На основе анализа результатов мониторинга и прогнозов для отдельных элементов экосистем и ветланда в целом был составлен пакет предложений по экологическому управлению и рациональному использованию биоресурсов ветланда Судочье.

Предложения по распространению опыта восстановления ветланда Судочье на Приаральский регион

В результате проведения работ по экологическому мониторингу ветланда Судочье был накоплен огромный материал, имеющий стратегическое значение для региона. Период экологического мониторинга охватил наиболее критический этап суровой засухи, происходившей в регионе Центральной Азии. Материалы, полученные в результате проведения мониторинга, позволяют установить закономерности в процессе экологических изменений (сукцессий), происходящих в этом регионе. Трансформация экосистем в Приаралье имеет большое значение в процессе изменения климата региона. Поэтому результаты мониторинга позволяют установить общие закономерности в процессах опустынивания, происходящих в результате некорректного антропогенного вмешательства.

Издrevле экосистемы ветланда Судочье обеспечивали социальные, экономические и экологические выгоды, как на местном, так и на региональном уровне. Ведение традиционного хозяйства обеспечивало стабильность экосистем на протяжении длительного периода времени. Гидрографическая значимость водоема выражалась в его уникальности, как гигантского резервуара воды, поддерживающей функционирование специфической биологически разнообразной экологической системы рефугиального характера. Озеро Судочье является рефугиумом Аральской биоты, в наиболее полной степени сохранившей уникальные и эндемичные виды Аральского биоразнообразия, водные и прибрежные комплексы, характерные для этого региона в прошлом. Уникальное биогеографическое положение ветланда Судочье, соседствующего на севере с Аральским морем, на западе – с аридным плато Устурт, на востоке – с одной из крупнейших азиатских пустынь Кызылкум обуславливает высокий уровень биологического разнообразия. На юге озеро связано с крупнейшей рекой Центральной Азии – Амударьей. Ветланд Судочье расположен в центральной части магистрального пролетного Сибирско – Центрально-Азиатского пролетного пути, что определяет его значимость как для остановки мигрирующих потоков водно-болотных птиц, так и для гнездования многих уникальных видов. Все перечисленные выше факторы обеспечивали использование природных ресурсов озера местными общинами. Озеро имело высокий социально-экологический статус.

Обширность и интенсивность сукцессионных процессов в данном районе, установленная в результате мониторинга, не имеет аналогов в Центрально-Азиатском регионе. Впервые были охвачены комплексными исследованиями все основные компоненты экосистем ветланда, включая гидрологические и гидрохимические составляющие, зоопланктон, зообентос, фитопланктон, перифитон, арахно- и энтомофауну, ихтиофауну, орнитофауну, териофауну, водную и прибрежную растительность и флору. При этом были использованы современные методические разработки и оборудование. Ежегодно проводимые исследования учитывали аспекты сезонной динамики как биотических, так и абиотических компонентов окружающей среды. В результате четырех лет экологического мониторинга ветланда сформирована база данных по состоянию и изменениям различных компонентов экосистемы, отражающая динамику изменений ветланда от удовлетворительно функциональной системы до момента кризисной деградации. Выявлены индикаторы этого процесса, которые могут позволить проследить за процессом реабилитации экосистемы при реализации восстановительных мер. Тщательные экологические исследования, проведенные в районе ветланда, позволили собрать детальный материал по процессам сукцессий, происходящий на водоемах аридной зоны. Впервые для дельты Амударьи получены характеристики сезонной и годичной динамики и распределения фоновых видов позвоночных и беспозвоночных животных и растений.

Исследованные сукцессионные процессы являются весьма характерными для водно-болотных угодий аридной зоны. Поэтому накопленный в результате экологического мониторинга материал имеет обще-региональное значение и может служить эталоном мониторинговых исследований. Помимо этого он закладывает основы прогностического анализа управления аридными ветландами в региональном аспекте. Проведенные исследования весьма важны в методологическом аспекте, который может быть применен в дальнейшем для наблюдения и оценки состояния ветландов в процессе их управления.

Проведенные мониторинговые условия ветланда Судочье показали, что в настоящее время ветланд Судочье может рассматриваться как экосистема с крайне нестабильным экологическим режимом. Подобный режим характерен для большинства других дельтовых внутренних водоемов Южного

Приаралья. Поэтому строительство и ввод в эксплуатацию ИТМ обязано способствовать решению этой проблемы и содействовать установлению стабильного экологического режима. Дальнейшие наблюдения позволят установить, в какой срок будет происходить восстановление биотических компонентов экосистем ветланда и их стабилизация. В том случае, если ИТМ достигнут проектной мощности в следующем году, можно прогнозировать частичное восстановление ветланда и стабилизацию его водного режима, что позволит разработать рекомендации по распространению опыта восстановления водно-болотных угодий на весь Аральский регион.

Судочинская система озер располагается в зоне одного из сильнейших экологических кризисов конца 20-го столетия, охватившего огромную территорию в бассейне Аральского моря. Высыхание Аральского моря в результате сокращения стока рек Сырдарья и Амударья вызвало деградацию гидрофильных экосистем в дельтах этих рек. Изменение гидрологического режима в регионе привело к потере мест обитания многих гидрофильных видов птиц и рыб, в том числе редких и промысловых. В условиях экологического кризиса и потери мест обитания, произошло территориальное перераспределение обитателей гидрофильного комплекса, в результате чего повысилась роль водоемов Приаралья в поддержании биоразнообразия этого региона, особенно для птиц и рыб. К числу таких важных мест относится и Судочинская система озер. Известно, что Аральский регион находится на традиционном пути миграции перелетных птиц из мест гнездования в Западной Сибири и Казахстане на Ирано-Каспийские, Африканские, Среднеазиатские и Индо-Пакистанские зимовки. Мониторинговые исследования в рамках настоящего проекта подтвердили значение ветланда Судочье для сохранения разнообразия не только гидрофильных комплексов и глобально угрожаемых видов птиц и рыб, но также и некоторых млекопитающих и рептилий. Несмотря на периодическое в историческом периоде пересыхание озер Приаралья и их деградации они обладают быстрой способностью восстановления при возобновлении поступления Амударьинской воды и поэтому не теряют своей значимости для сохранения биоразнообразия региона. Поскольку ресурсы водно-болотных угодий Приаралья традиционно интенсивно использовались местным населением, они испытывают высокий антропогенный пресс.

Одной из признанных форм международной охраны и устойчивого использования ресурсов ветландов являются включение угодий в Рамсарский Список ветландов имеющих международное значение для сохранения, главным образом, водоплавающих птиц и разработка их плана управления. Понимая важность и ответственность за сохранение природных ресурсов перед будущими поколениями, Олий Мажлис Республики Узбекистан в августе 2001 г ратифицировал международную Рамсарскую конвенцию. В настоящее время мы имеем все предпосылки, как биологические, так и юридические для классификации ветланда Судочье, как имеющего международное значение и включения в Международный Рамсарский список.

Литература

1. Азимов Д.А. Об ареалах трематод рода *Orientobilharzia*. - Узб.биол.ж., 1978, № 3, С. 44-46.
2. Азимов Д.А. Трематоды - паразиты животных и человека. - Ташкент: Мехнат, 1986, 128 с.
3. Кадастровый справочник охотничье-промысловых животных Узбекистана. Ташкент, «ФАН». 1992. 102 с.
4. Казахбаев С. Современное состояние зоопланктона озера Судочье. // Структура сообществ гидробионтов в низовьях Амударьи. Ташкент: Фан, 1988. С. 29-37.
5. Катанская В.М. Водная растительность дельты р.Амударьи // Тр.лаб.озероведения АН СССР. Т.VIII. 1959.
6. Красная книга Узбекистана. Животные. Ташкент, «Chinor - Enk». 2003.
7. Лукашевич Р.В. Влияние водного фактора на структуру и функционирование гидрофильных орнитокомплексов дельты Амударьи. Автореферат канд.дисс., -Москва: 1990, 14 с.
8. Мирабдуллаев И.М., Тальских В.Н., Громько К.В. Озеро Судочье как рефугиум аральской гидрофауны // Доклады АН Республики Узбекистан. 2001. № 5/6.
9. Никольский Г.В. Рыбы Аральского моря. Б. МОИП. Новая серия .Отд. зоологий. Вып. 1.1940. 216 с.
10. Павловская Л.П., Жолдасова И.М. Антропогенные изменения рыбного населения р. Амударьи (по материалам ската икры и личинок рыб), Вопросы ихтиологии. Т.31.Вып.4.1991. с.585-595.
11. Реймов Р. Ондатра и ее акклиматизация в низовьях Амударьи // Пушно-промысловые звери Каракалпакии (материалы по экологии и хозяйственному значению млекопитающих). Ташкент, «Фан», 1968. С. 3 - 173

12. Реймов Р. Грызуны Южного Приаралья (систематика, экология и хозяйственное значение). Ташкент, 1987. 125 с.
13. Реймов Р., Бакаушина М., Карабеков М. К вопросу размножения ондатры в условиях деградации природной среды южного Приаралья. - Вестник Карак.отд. АН РУз., 1993, № 1.
14. Таубаев Т.Т. Флора и растительность водоемов Средней Азии. Ташкент. Фан, 1970. 490 с.
15. Таджитдинов М.Т., Бутов К.Н. Растительность современных водоемов Каракалпакии. Ташкент: Фан, 1972. С.70-110.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СУДОЧИНСКОГО ВЕТЛАНДА В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА

В.Б. Апарин

Комплексная геолого-экологическая экспедиция, ГГП «Кизилтепагеология»

Ветланды (заболоченные земли) представляют собой земли с биологической и растительной средой обитания, насыщенные водой постоянно, сезонно или периодически. К ветландам относится широкий круг водоемов, мелководий и избыточно увлажненных земель с водно-болотной растительностью, со специфическим животным миром.

Судочинский ветланд расположен в дельтовой левобережной части Амударьи, на поверхности древнеаллювиальной долины. Его площадь (по данным космоснимка июля 2000 г.) 34280 га (рис.1) и имеет внешний периметр 112,1 км. Территорию в 23984 га (70%) занимает растительный покров с преобладанием тростника (23984 га). Из водоемов наибольший размер имеют озера Акушпа - 4527 га (13% от площади ветланда) и Большое Судочье - 2267 га (6% от общей площади). Более мелкие озера – Каратерень (361,9 га), Бегдулла-Айдын (601,1 га), Тайлы (527,2 га). Кроме этого, в период многоводья на территории ветланда образуется много (от 110 до 150) мелких и средних мелководных, изолированных и недоступных озер, диаметром от десятков, до сотен метров и первых тысяч километров. Наиболее крупные из них имеют собственные названия (Семен-Колтык, Муйнак-Шерман, Коньрат-Шерман и др.). Общая площадь этих озер составляет 22210 га.

Озера Судочинской системы ветландов делятся на следующие каскадно-ландшафтные гидрохимические системы:

- Проточные (оз. Каратерень, коллектора, протоки, каналы)
- Слабо (периодически) проточные (оз. Большое Судочье, оз. Бегдулла-Айдын)
- Бессточные (оз. Тайлы, оз. Акушпа).

Бессточные озера являются конечными звеньями каскадных систем, в которых внутри самого водоема главная роль принадлежит испарительной концентрации солей и биогеохимическим окислительно-восстановительным процессам в системе водная масса - растения – донные отложения.

Гидрохимический режим водоемов ветланда Судочье нестабилен и, целиком и полностью, зависит от объема и качества воды, подаваемой в систему по коллекторам. К сожалению, засуха 2000-2001 годов не дает типичной картины, характерной для обычного состояния ветланда, характеризующего его в последние десятилетия. Исследования проводились для кризисного состояния ветланда, в условиях полной деградации всех его компонентов. Условия засухи наиболее сильно повлияли на качество воды, которая под действием сильных испарительных процессов меняла свой состав на рассолы с последующим высыханием и образованием солончаков. Положение усугублялось многочисленными пожарами и выгоранием тростника.

Водоемы Судочинского ветланда делятся на три подсистемы – левобережную (озера Тайлы, Акушпа, Коньрат-Шерман), правобережную (озера Бегдулла-Айдын, Большое Судочье, Семен-Колтык, Муйнак-Шерман) и северную (озеро Каратерень).

Озеро Акушпа. Является одним из крупных водоемов ветланда Судочье. Расположено географически:

43°27'14" – 43°32'31" с.ш.

58°19'20" – 58°29'11" в.д.

Озеро занимает площадь (июль 2000г) 4527 га, имеет периметр внешней береговой линии 52,2 км, с многочисленными островами тростника общей площадью 251 га. Длина озера 17,8 км, средняя ширина 6,04 км, максимальная ширина 8,17 км. Озеро относится к бессточному типу и зависит от воды, поступающей с северной части из Кунградского коллектора через старую протоку, и затем, через оз.Тайлы. Начиная с сентября 2002 года, был пройден и открыт для подачи воды экологический прокол из Кунградского коллектора, подающего воду в юго-восточную часть озера, что придает озеру статус проточного. Глубина озера варьирует сезонно, зависит от подачи воды по Кунградскому коллектору и достигала в полноводный период осени 1999 – весны 2000 гг. средних величин 1,07-1,17 м. Максимальные глубины, зафиксированы в центральной части озера и составляли в этот период 1,5-1,6 м. В период засухи средние глубины колебались от 0,1 до 0,7 м и до полного высыхания.

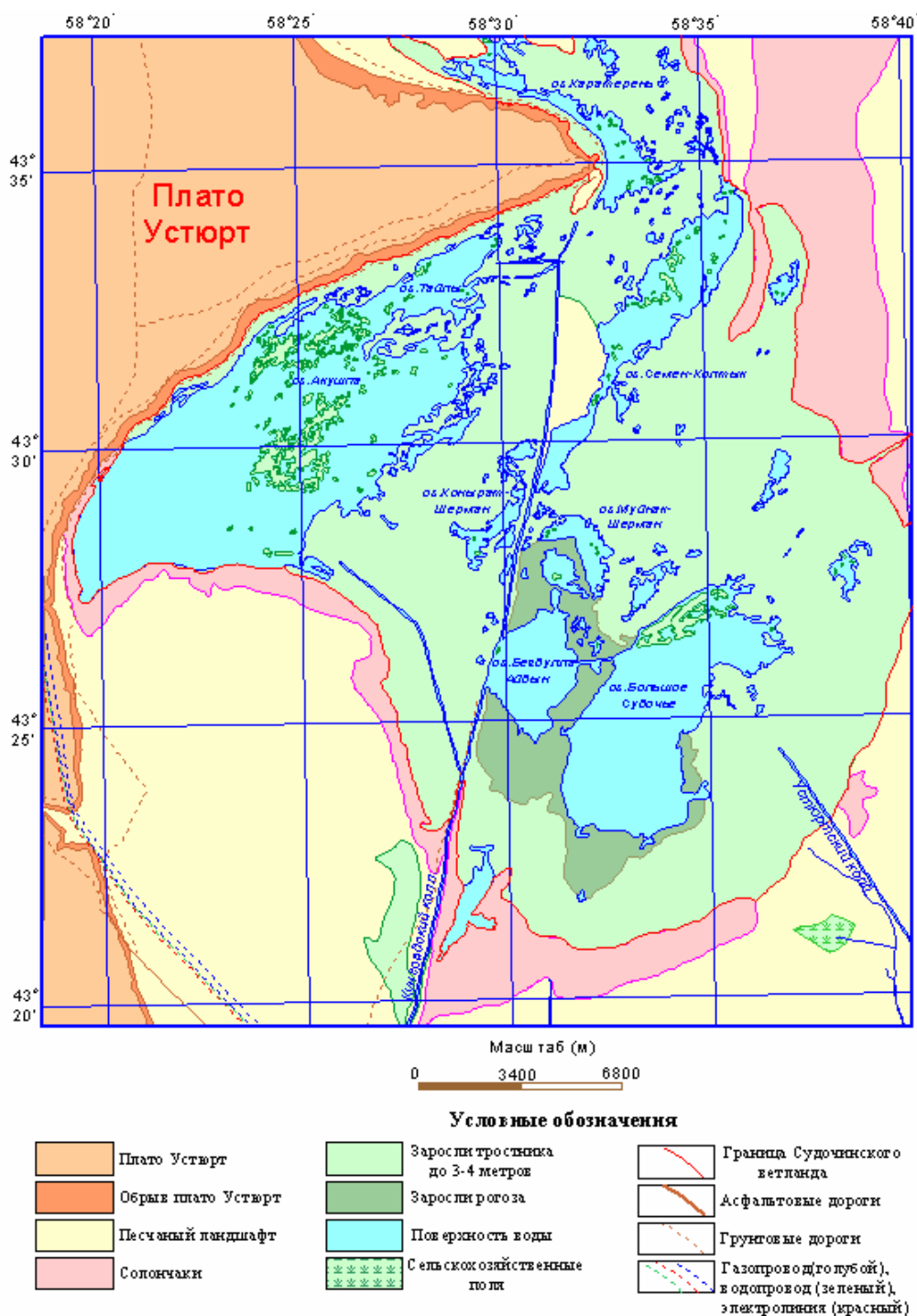


Рис. 1

Озеро Тайлы. Является единой системой с озером Акушпа и связано с ним небольшим перешейком. Расположено географически:

43°32'31" – 43°33'46" с.ш.

58°26'15" – 58°29'37" в.д.

Озеро занимает площадь (июль 2000 г.) 527 га, имеет периметр внешней береговой линии 22,7 км, с немногочисленными островами тростника. Длина озера 7,1 км, средняя ширина 1 км, максимальная ширина 2,13 км (мелководные заливы восточной части озера). Озеро находится в единой системе с Акушпой, относится к бессточному типу и зависит от воды, поступающей с северной части из Кунградского коллектора через старую протоку. После открытия прокопа 1 в южной части Акушпы, оз. Тайлы можно отнести к проточному типу. Глубина озера Тайлы варьирует сезонно, и зависит от подачи воды по Кунградскому коллектору и достигала в полноводный период осени 1999 – весны 2000 гг. средних величин 1,19-1,5 м. Максимальные глубины зафиксированы в центральной части озера и составляли в этот период 1,4-1,75 м. В период засухи средние глубины колебались от 0,2 до 1,2 м. Озеро Тайлы, за период исследования подвергалось почти полному высыханию осенью 2001 года, в результате засухи и отсутствия воды, когда площадь его уменьшилась на 70-80%, а глубина около 20 см. Состояние его зависит напрямую от поступления воды из Кунградского коллектора.

Озеро Каратерень. Расположение этого озера, небольшого по размерам, в непосредственной близости от Кунградского коллектора и особенности рельефа (наиболее низкое озеро в системе ветланда), создают условия для хорошей проточности. Из этого озера вытекают два сточных канала – “Взрывной” и “Ургинская тропа”. В обычные сезоны с постоянной подачей воды по коллектору, гидрохимия озера практически тождественна гидрохимическим свойствам воды коллектора, и только в период засухи озеро превращается в замкнутую бессточную структуру, которая быстро деградирует вследствие небольших размеров.

Озеро Каратерень имеет следующие географические координаты:

43°34'06" – 43°36'21" с.ш.

58°30'55" – 58°33'55" в.д.

Озеро занимает площадь (июль 2000 г.) 361,9 га, имеет периметр внешней береговой линии 23,1 км, с немногочисленными островами тростника. Длина озера 4,6 км, средняя ширина 1,0 км, максимальная ширина 1,92 км (мелководный залив восточной части озера). Озеро относится к проточному типу в период подачи воды и к бессточному в период засухи и безводья. Глубина озера в период проточности составляет в среднем от 0,60 до 1,3 м. Максимальная глубина зафиксирована в центральной части озера осенью 1999 года – 1,7 метра. Минимальная средняя глубина водоема пришлось на осень 2001 года – 0,23 м. В этот период озеро резко сократило свою площадь и практически подверглось высыханию.

Озеро Бегдулла-Айдын. Примыкает к западной оконечности Кунградского коллектора и на востоке через канал соединяется с большим по размерам водоемом Большое Судочье. Озеро Бегдулла-Айдын небольшое по размерам, имеет округлую форму, по долготе имеет длину 2,52 км и по широте – 3,13 км. Максимальная длина озера составляет 3,8 км. Озеро относится к слабо (периодически) проточному типу. В обычные сезоны с постоянной подачей воды по коллектору, гидрохимия озера практически тождественна гидрохимическим свойствам воды коллектора, и только в период засухи озеро быстро мелеет и высыхает до мелких замкнутых водоемов небольшой глубины.

Озеро Бегдулла-Айдын имеет следующие географические координаты:

43°24'36" – 43°26'58" с.ш.

58°29'30" – 58°31'50" в.д.

Озеро занимает площадь (июль 2000 г.) 601 га, имеет периметр внешней береговой линии 11,5 км, с полным отсутствием островов тростника. Глубина озера в период поступления воды составляет в среднем от 0,9 до 1,1 м. Максимальная глубина зафиксирована в центральной части озера весной 2000 года – 1,13 метра. Минимальная средняя глубина водоема пришлось на осень 2001 года – <0,1 м. В этот период озеро резко сократило свою площадь и практически подверглось высыханию.

Озеро Большое Судочье. Имеет овальную форму, на западе через канал соединяется с озером Бегдулла-Айдын. Озеро Большое Судочье имеет длину 9,48 км и среднюю ширину 4,57 км. Максимальная ширина озера составляет 6,48 км. На севере и северо-востоке озера расположены ряд островов камыша и проток. Южная часть имеет заросли низкорослого рогоза и имеет выположенную округлую береговую линию. Озеро относится к слабо (периодически) проточному типу. Проточность осуществляется при периодической подаче довольно пресной воды по Устюртскому коллектору. В период функционирования коллекторов вода в озере Большое Судочье довольно мало соленая по отношению к другим озерам системы.

Озеро Большое Судочье имеет следующие географические координаты:

43°22'38" – 43°27'31" с.ш.

58°31'19" – 58°37'06" в.д.

Озеро занимает площадь (июль 2000 г.) 2066 га, имеет периметр внешней береговой линии 42,2 км. Глубина озера в период поступления воды составляет, в среднем, от 0,8 до 1,35 м. Максимальная глубина зафиксирована в центральной части озера весной 2000 года – 1,35 метра. При прекращении подачи воды по коллектору озеро быстро мелеет и становится недоступным ни с берега, ни с воды. Этот процесс наблюдался летом-осенью 2001 г. и летом 2002 года. В этот период озеро резко сократило свою площадь и практически подверглось высыханию.

По состоянию озер Судочинского ветланда проводились сезонные наблюдения с осени 1999 по осень 2002 г. Результатом исследования явилось фиксирование кризисной деградации всех водоемов, как следствие засухи в период с октября 1999 по июль 2002 год. Начиная с июля, была возобновлена подача воды в водоемы ветланда по двум коллекторным каналам - Кунградскому и Устюртскому. Практически в это же время был открыт и обводнен экологический прокоп 1, подающий воду в южную застойную зону озера Акушпа.

Исследованиями установлено:

Основной объем подающейся воды (около 80-90 %) приходился на Кунградский коллектор. Средняя минерализация его (табл.1), в период исследований, соответствовала 2,5 – 6,8 г/л. Тип воды сульфатно-хлоридно-натриево-магниевый-кальциевый (рис. 2). Периодически по каналу с полей поступает биогенные элементы (аммоний, нитраты, фосфор минеральный). Период поступления осенне-весенний, когда происходит промывка полей. Содержания этих компонентов в пределах допустимых нормативов. Пестициды в воде коллектора на момент исследований отсутствовали.

Подчиненный объем воды (около 10-20%) в ветланд Судочье подается по Устюртскому коллектору. Минерализация подающихся вод составляет от 0,5 до 2,5 г/л. Гидрохимический состав воды соответствует в этот период сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциево-магниевому типу.

Левобережная часть водоемов занимает наибольший площадной объем ветланда. Главную роль здесь играет бессточный (до сентября 2002 г.) каскад озер – Тайлы-Акушпа. В условиях бессточности, но подачи воды по коллектору (октябрь 1999- июль 2000 гг.), озера имеют минерализацию воды, в среднем, 15-21 г/л для Тайлы и 21-31 для Акушпы. Причем вода озера Акушпа имеет контрастно-зональный гидрохимический состав, с увеличением минерализации к южной, застойной, части озера. Гидрохимически состав воды в этих озерах соответствует сульфатно-хлоридно-натриево-магниевому.

При прекращении подачи воды по коллектору Левобережная часть ветланда деградирует в течение одного года - пересыхает мелководное озеро Коньрат-Шерман, резко сокращается площадь озера Акушпа, а также частично пересыхает озеро Тайлы. Минерализация в озере Акушпа в кризисный период, увеличивается до средних величин – 48-82 г/л (максимальные 121 г/л). Тайлы менее подвержены минерализации (за счет небольшой подпитки остаточными водами с ККС) и колеблется по усредненным данным 26- 40 г/л. В период засухи оба озера имеют хлоридно-сульфатно-натриево-магниевый тип химического состава вод. Этот тип воды при условиях высокой минерализации является губительным для растительного и животного мира.

В условиях проведенных инженерно-технических мероприятий на левобережной части ветланда и введения в эксплуатацию прокопа 1 в южной части озера Акушпа (сентябрь 2002 г.) началась подача воды. Это привело к превращению левой части ветланда в проточный каскад озер. Исследования, проведенные в октябре 2002 года, показали значительные улучшения качества воды в озерах Акушпа и Тайлы.

Правобережная часть ветланда в период поступления воды имеет наиболее удовлетворительные гидрохимические характеристики качества воды. Это обусловлено подачей воды одновременно с двух коллекторов - Кунградского и Устюртского. Минерализация воды в этот период для озер составляет 3-7 г/л, тип химического состава – для оз. Большое Судочье соответствует сульфатно-хлоридно-натриево-магниевый-кальциевому, а для оз.Бегдулла-Айдын – сульфатно-хлоридно-натриево-кальциево-магниевому.

В условиях прекращения подачи воды и засухи в правобережной части ветланда, в первую очередь, пересыхают мелководные озера – Семен-Колтык, Муйнак-Шерман, и, в течение одного года, деградируют и пересыхают Большое Судочье и Бегдулла-Айдын. Минерализация этих озер в этот период составляет 10 до 50 и более г/л, тип воды становится, как и в левобережной части, хлоридно-сульфатно-натриево-магниевый.

Северная часть ветланда, представленная проточным озером Каратерень, при условии подачи воды по Кунградскому коллектору, имеет тот же состав и минерализацию, что и в коллекторе, незначительно увеличиваясь в количественных характеристиках. Средние значения минерализации в этот период составляют от 3,5 до 7,7 г/л. Тип воды сульфатно-хлоридно-натриево-магниевый-кальциевый.

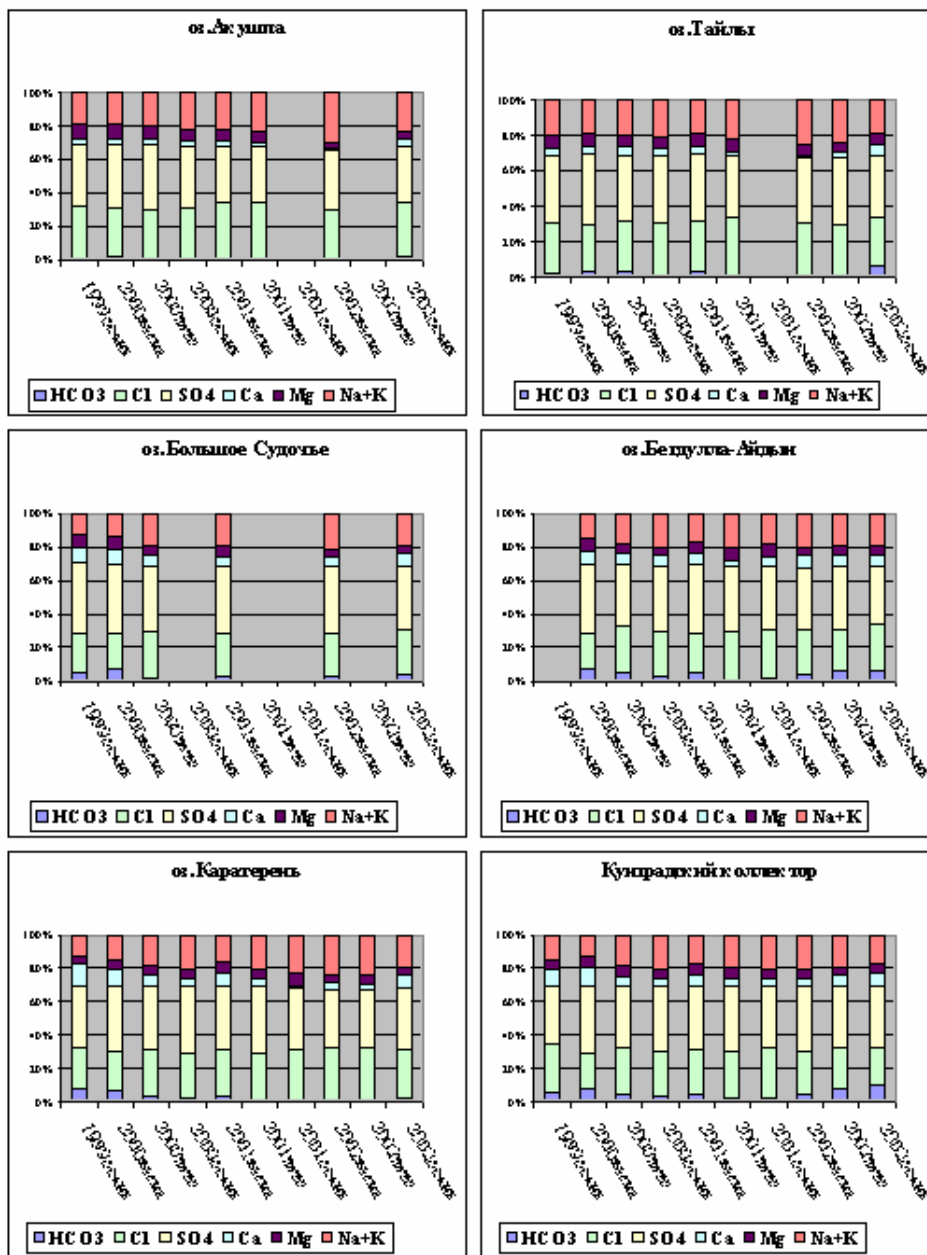


Рис.2
Химический состав водоемов ветланда Судочье

Таблица 1

Усредненная гидрохимическая характеристика качества воды в период исследований

Сезон исследований	оз.Акушпа		оз.Тайлы		оз.Каратерень		оз.Беглулла-Айдын		оз.Большое Судочье		Кунградский коллектор		Устюртский коллектор	
	COND мСм/см	Минер г/л	COND мСм/см	Минер г/л	COND мСм/см	Минер г/л	COND мСм/см	Минер г/л	COND мСм/см	Минер г/л	COND мСм/см	Минер г/л	COND мСм/см	Минер г/л
1999 осень	29,33	23,40	24,78	20,99	4,44	3,49	5,07	3,79	4,76	3,48	5,61	4,62	3,45	0,50
2000 весна	26,79	21,35	22,57	17,37	5,99	4,83	6,10	4,71	5,33	3,93	5,05	6,48	2,94	2,31
2000 лето	39,13	31,89	19,87	15,05	9,34	7,73	6,10	4,71	9,36	7,13	6,77	5,51	-	2,47
2000 осень	55,04	48,35	30,52	26,00	15,20	12,73	8,35	6,90	12,85	10,47	8,61	6,74		20,87
2001 весна	39,24	35,62	17,95	14,30	10,29	8,21	7,53	6,03	11,23	8,88	8,77	6,83	Пересыхание	
2001 лето	76,08	82,86	43,16	40,35	20,85	18,18	17,55	23,67	Пересыхание		16,40	14,43	Пересыхание	
2001 осень	Пересыхание		Пересыхание		56,60	54,09	10,5	7,31	Пересыхание		10,73	9,00	Пересыхание	
2002 весна	40,73	70,50	32,90	30,33	23,60	22,20	7,57	6,00	9,05	7,01	7,00	5,89	Пересыхание	
2002 лето	Пересыхание		14,56	14,06	26,05	12,75	3,68	3,00	Пересыхание		3,94	3,25	1,07	0,83
2002 осень	7,30	6,35	4,82	3,83	7,60	6,54	3,07	2,29	3,48	2,52	3,39	2,52	0,2	0,95

Примечание: COND—электропроводность воды (нормируемые величины минерализации соответствуют примерно 2 мСм/см, в случае хлоридной минерализации).

При прекращении подачи воды по Кунградскому коллектору, озеро резко сокращает свои площадные характеристики (на 80%) и мелеет. Минерализация его воды составляет в среднем 12 до 54 г/л, тип воды такой же как и у других озер в этот период – хлоридно-сульфатно-натриево-магниевый.

Как показали проведенные исследования, для полноценного функционирования системы водоемов ветланда Судочье необходима подача минимально-достаточного объема воды по коллекторной сети. Для заполнения до уровня абсолютной отметки 52-52,5 м, оптимального уровня, необходим объем воды 200-280 млн.м³. Для нормального функционирования предлагается объем воды, подаваемой ежегодно, довести до 600 млн.м³.

Для поддержания нормальной экологической обстановки в системе Судочинского ветланда необходимо:

- подача воды по коллекторам, в минимальных объемах для существования 200-280 млн.м³, предпочтительно до 600 млн.м³;
- функционирование проточной системы в каскаде озер – Акушпа-Тайлы;
- прекращение сжигания тростника вокруг озер, что увеличивает потери воды при испарении в летний период;
- постановка под четкий административный и правовой контроль всего ветланда со стороны государственных структур и международных природоохранных организаций.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРИФИТОНА И ЗООБЕНТОСА В ОЗЕРАХ ВЕТЛАНДА СУДОЧЬЕ: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИЗВЛЕЧЕННЫЕ УРОКИ

В.Н. Тальских

Главное Управление по гидрометеорологии
при Кабинете Министров Республики Узбекистан

Исследования биоценозов перифитона и зообентоса проводились в рамках проекта Мирового Банка и ГЭФ «Экологический мониторинг ветланда озеро Судочье» с октября 1999 по октябрь 2002 года. Постоянными мониторинговыми исследованиями были охвачены четыре основных озера: Каратерень, Бегдулла Айдин, Большое Судочье, являющиеся водоемами в разной степени дренируемыми Кунградским и Устюртским коллекторами, и озеро Акушпа, которое является тупиковым аккумулятором части стока Кунградского коллектора. В Акушпе по гидрографическим и экологическим признакам были выделены три мониторинговые зоны, а именно северная часть – Тайлы, непосредственно связанная через протоку с Кунградским попитывающим коллектором, и далее, по мере удаления от подпитывающего коллектора, следуют средняя часть Акушпы с многочисленными островными ассоциациями тростниковых зарослей и тупиковая южная часть Акушпы, в которой в основном преобладают открытые плесы без тростниковых зарослей.

Отбор проб перифитона и зообентоса, их таксономический и количественный анализ проводили в соответствии с действующими в системе Гидрометеослужбы руководствами по гидробиологическому мониторингу [1, 2]. Для сравнительной гидробиологической характеристики засоленности водной массы в водоемах ветланда Судочье по биоценозу перифитона на ряду с общепринятыми характеристиками использовали структурные показатели, а именно абсолютное соотношение пресноводных (П) и солоноватоводных (С) видов диатомовых водорослей – коэффициент П/С, а также процентное содержание мезогалобных водорослей в диатомовом комплексе перифитона - % мезогалобов.

Особенность исследования состояла в том, что гидробиологический мониторинг этих водных объектов проводился на фоне их прогрессирующего обмеления, которое сопровождалось сокращением акватории озер, сокращением и затем полной потерей ранее характерных биотопов и аномально ускоренным ростом минерализации воды. Наиболее ярко эти процессы были выражены в 2001 году, когда часть станций отбора гидробиологических проб практически перестала существовать. Так, весной 2001 года уже невозможно было произвести отбор проб в озере Акушпа на некоторых станциях в средней и самой южной части Акушпы, в юго-западной части Бегдуллы-Айдин, в юго-западной и южной части Большого Судочья. Летом 2001 года Большое Судочье практически полностью пересохло. Озеро Бегдулла-Айдин представляло собой усыхающую систему мелководных луж с глубиной 5-15 см, разделенных обширными пространствами с пересыхающими иловыми отложениями (бывшее дно озера). В Акушпе приблизительно похожая картина сложилась в ее самой южной мелководной части. Значительно обмелели северная и южная части оз. Каратерень, из-за чего отбор проб в северной и южной части сместился к средней части озера на 0,8-0,9 км. Осенью 2001 года оно уже представляло собой мелководную лужу в центральной части ложа озера, полностью потерявшую связь с прибрежной растительностью, а средняя и южная части Акушпы представляли собой открытые иловые отложения, находящиеся на разной стадии высыхания, т.е. перестали существовать как озерные системы. Вода в этот период оставалась только в ее северной части (Тайлы), окруженной широкой полосой вязких иловых отложений. В средней части сохранились лишь отдельные мелководные лужи с выпадающими кристаллами солей, под которыми просматривались слабо выраженные биопленки обрастаний. Катастрофическое обмеление озер ветланда Судочье и Кунградского коллектора продолжалось весной и летом 2002 года. В озерах Бенгдулла-Айдин, Большое Судочье, Каратерень и Акушпа граница водного зеркала отступила от береговой линии на значительное расстояние и практически все прибрежные заросли тростника и рогоза остались на суше. Летом встречались лишь отдельные остатки купаков рогоза и тростника у самого уреза воды на глубине 0,05-0,15 м. Лишь в Тайлы, напрямую связанном с Кунградским коллектором, и в самом коллекторе прибрежные заросли подходили к самому урезу воды и незначительная их часть все еще оставалась затопленной. В сложившейся ситуации только Тайлы, северные зоны Бегдуллы-Айдин и Большого Судочья, приуро-

ченые к соединяющей их протоке, сама протока, оставшаяся небольшая средняя часть Каратерень, а также сам подпитывающий Кунградский коллектор остались по сути основной и единственной зоной, сохранившей гидробиологическую арену жизни в системе ветланда Судочье. Осенью 2002 года, в связи с начавшимся поступлением коллекторной воды в систему Судочинских озер, акватория отбора гидробиологических проб вновь несколько увеличилась и стало возможным, например, произвести гидробиологическое обследование в средней части Акушпы и в северной части Каратерень в традиционных пунктах мониторинга.

Если в начальный период мониторинга (1999-2000 гг.) вышеуказанные дренируемые / транзитные озера существенно отличались по основным гидробиологическим характеристикам от тупикового / аккумулярующего озера Акушпа, то на завершающем этапе исследований было отмечено «стирание» этих различий по всем гидробиологическим параметрам, что иллюстрируют приведенные ниже результаты исследований.

За весь период мониторинга в альгофлоре перифитона обследованных озер обнаружено в общей сложности 433 вида, разновидностей и форм водорослей, среди которых преобладают диатомовые водоросли (Bacillariophyta) – 302 вида (Табл.1). Затем в порядке убывания разнообразия следуют синезеленые водоросли (Cyanophyta) – 93 вида и затем зеленые водоросли (Chlorophyta) – 31 вид, что характерно также для отдельных озер и станций. Такое соотношение основных таксонов в целом соответствует региональной пропорции, характерной для водных объектов Центральной Азии. Наиболее высокое таксономическое разнообразие в начальный период исследования было характерно для дренируемых озер, особенно для оз.Каратерень (231 вид), а самое низкое – для южной замыкающей части Акушпы (157 видов). Из таблицы 1 следует также, что в 2001 году количество обнаруженных видов водорослей в биоценозах перифитона во всех озерах резко снизилось, в связи с их усыханием, сокращением акватории озер, сокращением биотопического разнообразия и, как следствие, сокращением таксономического разнообразия. Наиболее ярко этот процесс выражен в озерах Бегдулла-Айдин и Большое Судочье, акватория которых в 2001 году сокращалась наиболее быстро по сравнению с остальными водоемами. В 2001 году видовое разнообразие перифитона в них снизилось почти в 2 раза по сравнению с периодом 1999-2000 гг.

Летом 2001 года озера Бегдулла-Айдин, Большое Судочье и южная часть Акушпы практически перестали существовать как лимнические системы. Аналогичная ситуация произошла на следующий год весной 2002 года и с озером Каратерень, превратившимся в мелководную лужу в средней части бывшего озера, в котором видовое разнообразие перифитона в 2002 году снизилось почти в 3 раза по сравнению с начальным периодом мониторинга. В средней части Акушпы видовое разнообразие перифитона также снизилось в 3 раза, а в южной части – почти в 5 раз (Табл.1). Для большинства обследованных водоемов отмечалось также обеднение видового состава водорослей (разнообразия) в отдельных пробах перифитона по сравнению с начальным периодом мониторинга.

Начиная с лета 2002 года, после наметившегося обводнения основной акватории озер Бегдулла-Айдин и Большое Судочье, общее таксономическое разнообразие перифитонных водорослей в них заметно возросло по сравнению с критическим 2001 годом, Это было особенно заметно в Бегдулле-Айдин, напрямую связанным с подпитывающим его Кунградским коллектором (табл. 1).

В составе зообентоса за весь период мониторинга нами было обнаружено в общей сложности 94 вида организмов, среди которых по разнообразию преобладают личинки хирономид (35 видов). Далее следуют личинки стрекоз и жуки (по 12 видов), личинки двукрылых (7 видов), клопы, моллюски и олигохеты (по 5 видов), ручейники (4 вида), поденки (2 вида). Остальные группы организмов представлены единичными видами.

Аналогично перифитону наиболее высокое таксономическое разнообразие донной фауны за весь период обследования было отмечено в начальный период осуществления мониторинга в 1999-2000 году (64 вида). В 2001 году количество обнаруженных видов снизилось в 2 раза (31 вид), а в 2002 году в связи с начавшимся обводнением озер общее видовое разнообразие в них вновь повысилось до 54 видов. Наибольшее видовое разнообразие за период мониторинга было характерно для дренируемого озера Каратерень (19-42 вида), а наименьшее для тупикового озера Акушпа (11-25 видов).

Видовой состав и структура биоценозов перифитона и зообентоса в обследованных озерах, особенно в начальный период мониторинга, имели свои индивидуальные особенности/отличия. Это определялось целым рядом факторов – размерами, изрезанностью береговой линии, степенью зарастаемости и открытости водного зеркала, проточностью и другими факторами, из которых ведущим фактором следует признать разную степень засоления озер. Нами были выделены характерные комплексы индикаторных видов отдельно для дренируемых озер (Каратерень, Бегдулла-Айдин и Большое

Судочье) и для тупикового озера Акушпа, включая его северную, среднюю часть и наиболее засоленную южную часть.

Таблица 1
Таксономическое разнообразие перифитона в озерах ветланда Судочье

Озера	Годы	Всего видов	В том числе					
			Bacillariophyta	Суанопфита	Chlorophyta	Euglenophyta	Xanthophyta	Pyrrhophyta
Каратерень	1999-2000	321	162	50	16	2	1	
	2001	188	154	23	8	2		1
	2002	87	65	16	5			1
Бегдулла Айдин	1999-2000	198	151	33	13	1		
	2001	114	104	7	3			
	2002	185	137	35	13			
Большое Судочье	1999-2000	214	155	47	12	1		
	2001	127	108	15	2	2		
	2002	174	125	38	9	1		1
Тайлы	1999-2000	189	122	54	8	3		1
	2001	143	116	18	5			1
	2002	173	135	27	10	1		
Средняя часть Акушпы	1999-2000	167	100	51	2	3		1
	2001	140	104	29	3			1
	2002	52	35	17				
Южная часть Акушпы	1999-2000	157	102	51	3			
	2001	110	89	18	3			1
	2002	36	34	2				
Всего по озерам	1999-2000	367	238	87	25	5		1
	2001	257	200	46	7	3	1	1
	2002	317	237	58	20	1		1
За весь период мониторинга		433	302	93	31	5	1	1

Так, в начальный период проведения мониторинга в перифитоне дренируемых и более пресных озер в диатомовом комплексе, особенно в весенний период, заметно развивались пресноводно-солонатоводные водоросли из родов *Fragilaria*, *Diatoma*, *Achnanthes*, *Synedra*, *Navicula*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Pinnularia*, многие из которых одновременно характерны для эвтрофированных водоемов (*Synedra ulna* с ее вариациями, *Cymbella turgida*, *C. cymbiformis*, *C. microcephala*, *Amphora ovalis*, *Navicula cryptocephala* с ее вариациями, *N. oblonga*, *N. radiosa*), а также виды, характерные для биотопов со скоплением растительного детрита (*Rhopalodia gibba*, *Rh. gibba* var. *ventricosa*, виды из рода *Epithemia*). В сильно минерализованном озере Акушпа указанные выше виды практически не встречались в составе перифитона, что наиболее заметно проявлялось в ее южной части. Здесь в начальный период мониторинга доминировал комплекс солонатоводно-морских видов таких, как *Melosira moniliformis* var. *octogona*, *Synedra pulchella*, *S. tabulata* с ее многочисленными вариациями, *Achnanthes brevipes*, *A. brevipes* var. *intermedia*, *Navicula peregrina* var. *lanceolata*, *N. kolbei*, *N. halophila*, *Mastogloia Braunii*, *M. pumila*, *M. lanceolata*, *Rhopalodia gibberula*, *Plerosigma angulatum*, *Amphora obtusa*, *A. coffeaeformis* и ее вариации, *Amphiprora paludosa*, *Nitzschia obtusa* (Bacillariophyta) и другие.

Таким образом в Акушпе по сравнению с другими озерами в биоценозах перифитона значительно преобладал солонатоводно-морской комплекс видов водорослей, о чем свидетельствует также очень низкие значения коэффициента П/С и высокий процент мезогалобных видов диатомовых водорослей (табл.2).

В бентофауне обследованных озер в начальный период мониторинга нами также было выделено два экологически различных фаунистических комплекса: *пресноводно-солонатоводный*, характерный для дренируемых озер Каратерень, Бегдулла-Айдин и Большое Судочье, включающий поденок

родов *Caenis*, *Cloeon*, ручейников родов *Ecnomus*, *Oecetis*, клопов родов *Nepa*, *Sigara*, моллюсков родов *Lymnaea*, *Physa*, *Anisus*, ракообразных *Paramysis lacustris* и *Dikerogammarus aralensis*, олигохет семейства *Naididae* и второй *солонатоводно-морской* комплекс, характерный для Акушпы и представленный моллюсками *Caspihydrobia conica* и хирономидами *Chironomus salinarius*, а начиная с 2000 года – полихетой *Nereis diversicolor*, появившейся в доминантном комплексе в южной Акушпе в апреле, а в средней и северной части Акушпы – в июле.

В результате ухудшения гидрологического режима (снижения степени проточности и уровня воды) и гидрохимического режима (роста минерализации воды) отмечены снижение биоценотического разнообразия и потеря биопродуктивности биоценозов перифитона и зообентоса или их полная деградация. Во всех озерах ветланда отмечена также катастрофическая перестройка их видового состава и структуры, выражающаяся в замене пресноводно-солонатоводной флоры и фауны на солонатоводно-морскую, при которой происходило выпадение характерных и массовых видов растительных и животных организмов и замена их типично морскими формами.

Так, в 2001 году в Акушпе, начиная с лета, в биоценозах перифитона начали заметно развиваться новые типично морские виды диатомовых водорослей такие, как *Grammotophora marina*, *Gr.oceanica*, *Licmophora abbreviata*, *Mastogloia pusilla*, *M.pusilla* var.*linearis*, *Diploneis didyma*, *Pleurosigma angulatum* var.*finmarchicum*, *Navicula directa*.

Такой же процесс изменения видового состава и перестройки экологической структуры биоценозов перифитона наблюдался с некоторым запозданием, а именно осенью 2001 года в оз.Каратерень, которое по этим характеристикам сравнивалось с Акушпой. В этот период в Каратерене появились такие морские виды диатомовых водорослей, как *Licmophora abbreviata*, *L.abbreviata* f.*rostrata*, *Fragilaria oceanica*, *Navicula directa*, *Rhopalodia gibberula*. В многолетнем аспекте наблюдался устойчивый тренд деградации пресноводной флоры перифитона во всех озерах, что хорошо иллюстрируется снижением значений коэффициента П/С и ростом процента мезогалобных видов диатомовых водорослей (табл. 2).

В связи с постоянной повышенной засоленностью и повышенным уровнем трофности всех обследованных озер, сезонные сукцессии перифитона в них были выражены слабо. Они характеризовались в начальный период мониторинга более заметным и разнообразным развитием летом и осенью, особенно в оз.Акушпа, планктонных и перифитонных сине-зеленых водорослей (*Cyanophyta*) из порядка *Chroococcales* и из семейства *Oscillatoriaceae*. Однако, в 2001 году их количественное развитие и видовое разнообразие были более низкими по сравнению с периодом 1999-2000 гг. Во всех озерах также следует отметить снижение показателей развития зеленых нитчатых водорослей и, в том числе, такого типичного обитателя солонатоводных водоемов, как *Cladophora fracta* var.*normalis*. В озерах Каратерень и Большое Судочье в 2001 году эта характерная водоросль в биоценозах перифитона уже практически не обнаруживалась, а в Акушпе встречалась с более низкими оценками обилия, в то время, как в начальный период мониторинга она давала массовое развитие и играла ведущую роль в биопродуктивности перифитона.

Начавшееся с июля 2002 года поступление в систему ветланда Судочье воды из Кунградского коллектора способствовало повторному появлению и даже обильному развитию в перифитоне озер Бегдулла-Айдин, Большое Судочье и в соединяющей их протоке этой характерной водоросли. Таким образом, эта зеленая нитчатая водоросль в 2002 году вновь стала доминирующим видом не только в Акушпе, но и в указанных выше дренируемых озерах, где ее развитие в начальный период мониторинга было слабым или умеренным из-за интенсивного выедания рыбами. В остальном существенных изменений в видовом составе перифитона в озерах Бегдулла-Айдин и Большое Судочье не произошло, т.к. они в результате их катастрофического усыхания (в отличие от озера Каратерень) не успели достигнуть критического уровня засоленности. Тем не менее для этих озер следует все же отметить несколько более высокое относительное развитие в перифитоне солонатоводных форм водорослей на завершающем этапе мониторинга по сравнению с периодом 1999-2000 гг., что видно при сравнении значений коэффициента П/С и % мезогалобных диатомей (Табл.2). Из этой таблицы следует, что значения П/С в 2002 были почти в 1,5 раза ниже, а % мезогалобных видов в 1,3-1,5 раза выше, чем в начальный период мониторинга.

В озере Каратерень начавшееся осенью 2002 года поступление в него коллекторной воды не оказало сколько-нибудь заметного положительного влияния на восстановление исходного видового состава и экологическую структуру прифитонных сообществ. В них, как и осенью 2001 года, доминирует солонатоводно-морской комплекс диатомовых водорослей. Значения П/С в 2002 году более чем в 3 раза ниже, а процент мезогалобных видов почти в 2 раза выше по сравнению с начальным периодом мониторинга (табл. 2). Сами биоценозы перифитона из-за осушения прибрежных трост-

никовых зарослей и, как следствие, потери характерных растительных субстратов развиты слабо и к началу осеннего обследования на вновь залитой акватории не успели сформироваться.

Таблица 2

Средние годовые значения биотических и структурных характеристик перифитона в озерах ветланда Судочье

Характеристики	1999-2000	2001	2002
Каратерень			
Коэффициент П/С	1,59	0,87	0,44
% мезогалобов	24	34	51
Биопродуктивность мг ОВ/см ²	2,51	1,98	5,63
Бегдулла Айдин			
Коэффициент П/С	1,58	1,53	1,08
% мезогалобов	21	28	36
Биопродуктивность мг ОВ/см ²	5,41	2,62	3,45
Большое Судочье			
Коэффициент П/С	1,56	1,22	1,11
% мезогалобов	27	28	37
Биопродуктивность мг ОВ/см ²	3,03	3,09	6,08
Тайлы			
Коэффициент П/С	0,57	0,41	0,34
% мезогалобов	46	55	58
Биопродуктивность мг ОВ/см ²	16,1	22,2	10,6
Акушпа – средняя часть			
Коэффициент П/С	0,38	0,33	0,33
% мезогалобов	55	57	59
Биопродуктивность мг ОВ/см ²	29,0	54,9	19,7
Акушпа – южная часть			
Коэффициент П/С	0,36	0,28	0,16
% мезогалобов	56	58	77
Биопродуктивность мг ОВ/см ²	60,5	45,5	-

К осени 2002 года видовой состав перифитона в Акушпе существенно не изменился. Можно лишь отметить для самой северной части Тайлы, непосредственно подпитываемой Кунградским коллектором, заметное появление в прифитоне широко роаспространенных пресноводных диатомей таких, как *Diatoma elongatum*, *Synedra ulna* вместе с ее различными вариациями, *Mastogloia Smithii* var. *lacustris* и другие, что можно расценивать как наметившийся положительный гидробиологический тренд снижения засоленности водной массы. Это подтверждается также некоторым увеличением в 2002 году значений П/С, практически достигших уровня 1999-2000 гг.

В целом, в 2002 году самые высокие значения показателя П/С также, как и в предыдущие годы, были характерны для озер Бегдулла-Айдин и Большое Судочье, а самые низкие для Акушпы и, начиная с осени 2001 года, - для озера Каратерень.

Таксономическая структура зообентоса также изменялась одновременно с изменением гидрологических и гидрохимических условий. Так, например, начиная с июля 2000 года в результате повышения минерализации воды в дренируемых озерах из состава их бентофауны полностью выпали такие индикаторные виды, как поденки *Cloeon dipterum*, *Caenis macrura*, ручейники *Ecnomus tenellus*, моллюски родов *Lymnaea*, *Physa*, *Anisus*, а, начиная с октября 2001 года, из состава донных биоценозов Акушпы исчезают полихеты, моллюски и хирономиды, ранее составляющие здесь характерный доминантный комплекс организмов. Таким образом, в условиях нестабильности, связанной с прогрессирующим обмелением и ростом засоленности озер, происходила катастрофическая перестройка (деградация) видового состава и структуры зообентоса.

В весенний и летний период 2002 года начала просматриваться тенденция в стирании видовых различий между дренируемыми озерами и Акушпой, а осенью 2002 года, в результате начавшегося поступления коллекторной воды в систему ветланда Судочье, наметился обратный положительный тренд восстановления исходного видового состава донной фауны.

В начальный период мониторинга в обширных прибрежных и островных зарослях тростника и рогоза почти во всех обследованных озерах, вся подводная часть поверхности стеблей тростника и

рогоза от поверхности до дна была покрыта фитообрастаниями в виде диатомовых налетов, пленок, корок с примесью сине-зеленых водорослей и разных по мощности прядей зеленых нитчаток (в основном *Cladophora fracta* var. *normalis*), которые в свою очередь также интенсивно обрастали диатомовыми водорослями. Однако, в связи с прогрессирующим сокращением водного зеркала озер и последующим сокращением площади затопленных водой тростниково-рогозовых зарослей, относительный вклад перифитона в продукционные процессы в озерах закономерно снижался и в 2002 году стал минимальным. Продуктивность перифитона, выраженная в чистом органическом веществе (ОВ), изменялась во всех озерах в широком диапазоне и достигала в 1999-2000 гг. 0,33-72,8 мг/см², в 2001 г. – 0,10-107,8 мг/см², а в 2002 г. – 0,37-23,4 мг/см². Такой широкий диапазон значений биомассы перифитона объясняется пространственной и временной неоднородностью условий обитания и, соответственно, различной степенью выедаемости обрастаний представителями ихтиофауны и орнитофауны. Однозначно можно сказать, что наиболее высокие значения этих показателей характерны для Акушпы, где они многократно выше, чем в дренируемых озерах (табл. 2). Это, очевидно, объясняется не востребуемостью перифитона как энергетического компонента из-за нарушения трофических связей, в условиях высокой засоленности водной массы.

Количественное развитие бентофауны также очень неравномерное по акватории озер, что объясняется крайней нестабильностью озерных экосистем, в которых на протяжении всего периода мониторинга происходила перестройка видового состава и структуры донных биоценозов одновременно с пространственно-временными изменениями структуры ихтиофауны и орнитофауны – основных потребителей зообентоса.

В целом, наиболее низкие значения численности и биомассы за период 1999-2002 гг. были характерны для дренируемых озер. Средние значения численности в них изменялись в 1999 г. в диапазоне 300-14587 экз/м², в 2000г. – 243-12961 экз/м², в 2001г. – 137-3291 экз/м², в 2002 г. – 524-9812 экз/м². Средние значения биомассы колебались в 1999 г. в пределах 0,1-11,9 г/м², в 2000 г. – 0,5-11,3 г/м², в 2001 г. – 0,2-7,8 г/м², в 2002 г. – 1,8-19,7 г/м².

Самые высокие показатели численности и биомассы, при сравнительно не высоком видовом разнообразии, были характерны для Акушпы, где средние значения численности изменялись в пределах 7519-21012 экз/м² в 1999 г., 1660-20688 экз/м² в 2000 г., 3943-17695 экз/м² в 2001 г. Средние значения биомассы изменялись в 1999 г. в диапазоне 12,3-37,1 г/м², в 2000 г. – 2,4-96,1 г/м², в 2001 г. – 21,5-69,3 г/м², а в 2002 г., в результате выпадения из состава донной фауны Акушпы основных доминантных видов, средние значения численности и биомассы резко снизились и колебались в пределах 0-1958 экз/м² и 0-6,1 г/м², соответственно.

Из приведенных данных следует, что в дренируемых озерах в критическом 2001 году количественное развитие донной фауны несколько снизилось по сравнению с начальным периодом мониторинга, а в 2002 году вновь повысилось, в то время как на большей акватории Акушпы в основном происходило снижение количественных показателей.

Выше изложенные результаты мониторинговых исследований указывают на необходимость форсировать подачу воды в систему ветланда Судочье через Кунградский коллектор и вновь построенную систему каналов с целью распреснения водного объема Акушпы и Каратереня с тем, чтобы в ближайшее время довести их среднюю глубину хотя бы до уровня 2000 года (1,0-1,2 м). Это при создании проточности в системе позволит в экстренном порядке восстановить основную часть водных и водно-прибрежных биотопов ветланда и обеспечить положительный тренд их биологической продуктивности. При полном вводе инженерно-технических сооружений, призванных стабилизировать объем воды в озерах на экологически приемлемом уровне, и превращении их в транзитные системы ведущая роль в биопродуктивности озер в открытых и глубоких плесах перейдет к фитопланктону и зоопланктону. В то же время в обширных мелководных прибрежных зонах биологическое значение гидрофитов, гидатофитов и связанных с ними биоценозов перифитона и зообентоса будет по-прежнему высоким и явится благоприятным фактором для рыб-фитофагов и птиц-фитофагов, какими являются многие охотничье-промысловые виды. При этом, в Акушпе одновременно с формированием в нем ихтиофауны следует ожидать снижение аномально высокого количественного развития перифитона и зообентоса до значений, установленных для дренируемых озер ветланда на начальном этапе мониторинга, в которых эти биоценозы были важными звеньями трофических цепочек.

Индикаторами прогнозируемых позитивных изменений может сузить прогрессирующее развитие характерных «фоновых» элементов пресноводной и пресноводно-солонатоводной флоры и фауны перифитона и зообентоса, установленных на начальном этапе мониторинга, а также увеличение значений коэффициента П/С и снижение % мезогалобных диатомовых водорослей, которые зарекомендовали себя как надежные экологические реперы.

Заключение

Проведенные мониторинговые исследования позволяют рассматривать озерный комплекс ветланда Судочье как экосистему с крайне неустойчивым экологическим режимом, в которой детально прослежен процесс сукцессии от «условно удовлетворительного» состояния до «критического» кризисного состояния.

В процессе исследования были выявлены комплексы индикаторных видов для перифитона и зообентоса, а также интегральные структурные показатели мониторинга этих биоценозов, которые могут иметь негативные или положительные тренды, соответствующие экологическому регрессу или экологическому прогрессу озерных экосистем, что имеет важное методологическое значение.

Выявленные закономерности, а также апробированные мониторинговые показатели и характеристики могут применяться и на других ветландах Приаралья, включая природные озера, искусственные ирригационно-сбросовые озера и коллектора, когда возникнет необходимость в оценке или прогнозе их состояния в связи с намечаемой реконструкцией гидрографической сети или в связи с их предполагаемым хозяйственным освоением и управлением.

Литература

1. Тальских В.Н. Мониторинг перифитона. - В кн.: Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 1992, Глава 2. с.32-63
2. Тальских В.Н. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии (Рекомендации - РУз 52.25.32-97, Ташкент, Главгидромет РУз, 1997, 67с.

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НАКОПИТЕЛЯ СОРБУЛАК И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

С.Д. Тюменев

ДГП «Предприятие по эксплуатации насосных станций Сорбулак»

Стратегия развития Республики Казахстан – 2030 предусматривает повышение благосостояние населения РК и устойчивое развитие окружающей природной среды. Одной из актуальных проблем на современном этапе развития в Алматинской области и г.Алматы остается проблема сточных вод г.Алматы, отводимые после полной механической и биологической очистки в накопитель Сорбулак и, начиная с 1995 по 2000 год, частично сброс очищенных сточных вод по Правобережному Сорбулакскому каналу (ПСК) в р.Или. Основные функции накопителя Сорбулак – глубокое многолетнее регулирование сточных вод г. Алматы – обеспечение их естественной самоочистки. Необходимыми условиями для обеспечения этих функций является стабильный уровень режим, низкая изменчивость концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, равновесие факторов природной среды и т.д.

Основной накопитель сточных вод г.Алматы-Сорбулак представляет собой замкнутую котловину в 70 км северо-западнее г.Алматы. Водоем принадлежит группе бессточных водоемов аридных территорий антропогенного происхождения. В условиях засушливого климата жизнь этого водоема поддерживается за счет притока очищенных сточных вод г.Алматы, Талгарского и Карасайского районов по отводному каналу, формирующихся за счет сбросовых вод городских хозяйств и населения (рис. 1) [1].

Водный режим отводного канала сточных вод Алматы-Сорбулак, главным образом, определяется условиями жизнедеятельности огромного мегаполиса Алматы и его городов спутников и природно-климатическими условиями, а именно режимом и количеством осадков, распределением температурой воздуха, испарения, характером рельефа, а также гидрологическими и другими особенностями территории. [2].

го водоема (в нашем случае- Сорбулак) не возможно без целенаправленного комплексного управления.

История развития мировой географической науки в целом, в частности советской, к настоящему времени подготовило определенный научный фундамент рационального природопользования и внедрена в систему осуществляемых в его рамках элементов активного управления. Это получило активное развитие в работах В.А.Анучина, С.Л. Вендрова, И.С. Соседова, Н.А. Гвоздецкого, И.П. Герасимова, Г.В. Воропаева, И.А. Шикломанова, А.Медеу, Ю.А. Израиля, А.А. Турсунова, И.М. Мальковского, Ж.Д. Достай и многих других исследователей.

Всевозрастающее прогрессирующее развитие производительных сил на земле, рост масштабов использования природных ресурсов неизбежно приведет к изменению состояния биосферы в целом. Разумное и целенаправленное развитие этих процессов- вот главная задача управления, что должно привести к формированию ноосферы (В.Н. Вернадский), когда состояние биосферы будет управляться в соответствии с потребностями человека.[4].

Накопитель Сорбулак выполняет роль резервуара, в котором практически отсутствует водообмен. Среди факторов, определяющих динамику и распределение химических ингредиентов в условиях замедленного водообмена, значительную роль играют внутри водоемные процессы осаждения сорбции и десорбции элементов донными отложениями, процессы взаимодействия между дном и водой. Содержание тяжелых металлов в сточной воде отводного канала в 1,5-3,0 раза выше, чем в самом накопителе Сорбулак.

Это объясняется тем, что в водоеме происходит выпадение в осадок с отмершим бентосом и с осаждением в щелочной среде некоторых микроэлементов карбонатами кальция, находящимися в воде, свинец, кадмий и железо при седиментации имеют тенденцию внедряться в глубь донных отложений.

Процессы перехода металлов из донных отложений в воду будут определяться солевым составом воды, величиной рН, температурой воды, деятельностью микроорганизмов, процесс перехода будет интенсифицироваться при ветровом перемешивании.

Целенаправленная реконструкция современных ландшафтов, а также оптимизация хозяйственного использования природных ресурсов требуют тщательного анализа антропогенной нагрузки.

С середины XX-го века, т.е. в эпоху современной научно-технической революции, особенно актуальны становится проблема сохранения природной среды как необходимого условия жизни людей и источника ресурсов для производства.[3].

Тяжелые фракции нефти и нефтепродуктов оседают на дно и при взмучивании придонных слоев воды могут вновь десорбировать в воду, т.е. донные отложения могут обуславливаться вторичные загрязнения водоемов и влиять на качество воды.

По данным ГКП «Водоканал» среднее содержание нефтепродуктов в отводном канале сточных вод в разные периоды колеблется от 0,52 мг/л до 7,63 мг/л. А в накопителе Сорбулак от 3,73 до 5,06 мг/л. Уменьшение нефтепродуктов происходит в летнее время, так как при повышенных температурах оно улетучивается.

По моим расчетам установлено, что в накопителе Сорбулак с 1973 года по 1998 год поступило 80784 тн взвешенных веществ: железа -1400 тн, меди – 42,1 тн, цинка- 26,2тн, свинца- 28,9 тн, стронция- 26,9 тн, кадмия – 26,9 тн, хрома- 29 тн. (рис. 2).

Если предположить, что эти вещества равномерно выпали в осадок по всей существующей площади дна Сорбулака (60,2 км²), то высота выпавшего осадка составит более 1,5 метра. Можете себе представить, какой «компот» закрыт под водной толщей накопителя Сорбулак и что произойдет при осушке или прорыве водоема?

Одним из направлений концепции равновесного природопользовании является использование сточных вод.

Использование сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур практиковалось в древнейшие времена в Асиро-Вавилонской Империи, в Древних Афинах и в Хорезмской области в Узбекистане.

Большой опыт по сельскохозяйственному использованию сточных вод накоплен в Германии, Польше, Венгрии, США, Канаде и других странах. Вышеизложенное показывает, что использование хозяйственно-бытовых сточных вод городов и населенных пунктов для орошения сельскохозяйственных культур является одним из традиционно-известных и перспективных способов утилизации стоков. Почка, как главное звено экологической цепи: сточная вода – почва-растения, благодаря своим физико-химическим свойствам активно доминирует в необходимом направлении высокое содержание соединений азота, фосфора, ряда органических веществ, микроэлементов и макросолей.

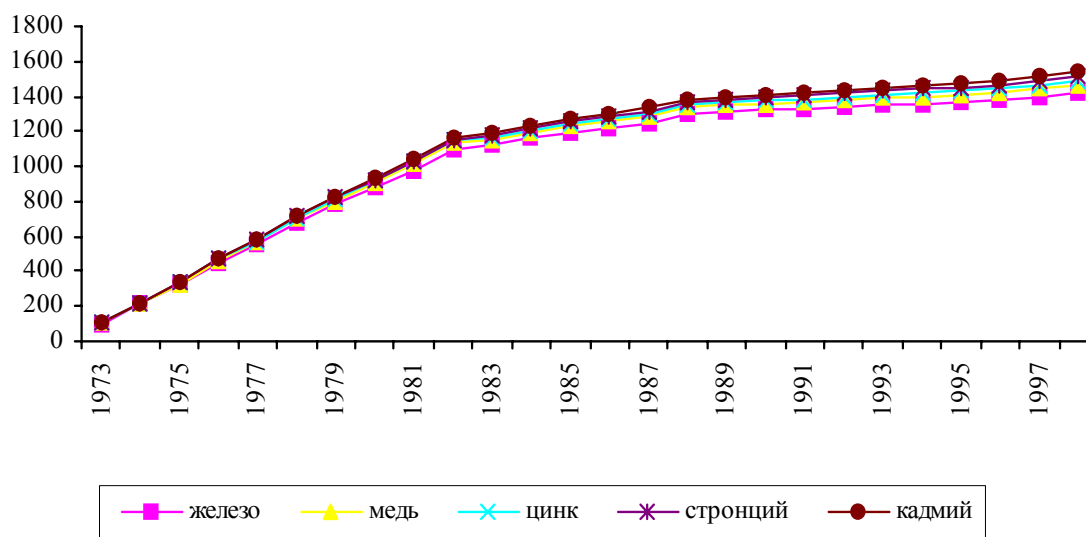


Рис. 2

Интегральная сумма микроэлементов, поступивших в накопитель Сорбулак, тонн

Ось абсцисс – годы; ось ординат – количество микроэлементов, тонн

В 1990 г. в массиве Сорбулак было введено 10,5 тыс.га орошаемых земель, планировалось к 2000 году довести до 22,8 тыс.га.

Происходящие реформы в Казахстане и переход в рыночную экономику сопровождались неуправляемым процессом инфляции, что привело к падению объемов сельскохозяйственного производства. Поэтому в 2000 году Сорбулакском массиве орошаемых площадей осталось менее 3,0 тыс.га. Использование сточных вод на выращивании кормовых и технических культур позволили бы разгрузить накопитель Сорбулак, исключить или свести к минимуму их отрицательное воздействие на поверхностные и подземные воды. Однако на сегодняшний день использование сточных вод накопителя Сорбулак не получило серьезного развития.

Анализируя материалы наблюдения ГКП «Водоканал», институтов «Казгипроводхоз», Каз.НИИВХ, КазНУ им.аль-Фараби, КазНАУ и лаборатории водно-экологических проблем Института Географии МОН РК по утилизации сточных вод были сделаны следующие выводы:

- Орошение сточными водами из отводного канала увеличивает
- загрязнение почв орошаемых земель тяжелыми металлами, поэтому при орошении из отводного канала необходимо предусмотреть дополнительные подготовительные работы.
- Не допускается полив сточными водами овощных культур.
- Необходимо использовать сточные воды только для орошения
- кормовых и технических культур.

Институтом «Казгипроводхоз» в 1992 году был разработан проект сброса очищенных стоков по ПСК в р.Или в 3 км ниже Капчагайского водохранилище. По мере продвижения сточной воды в ПСК наблюдается заметное снижение органической загрязненности. Отмечается некоторая тенденция накопления тяжелых металлов в прудах, водохранилищах, особенно кадмия от 0,0036 до 0,010 мг/л (в весенне-летний период от 0,0018 – 0,0028 мг/л), никеля 0,007 до 0,013.

Исследования, проведенные У.И. Кенесариевым, Н.Ж. Жакашовым, И.А. Снытином, Ж.Г. Тезекбаевым, С.С. Альбековым (1992-1995 гг.) показывают, что инфекционная заболеваемость группой кишечных инфекции в Илийском районе за 11 месяцев 1995 г. возросла по сравнению с этим же периодом 1994 г. При этом заболеваемость сальмонеллезом возросла в 1,5 раза, кишечной инфекцией – 2,5 раза, вирусным гепатитом на 76,8%, острой дизентерией- на 43,1%. Половина всей заболеваемости приходится на 4 месяца - август, сентябрь, октябрь, ноябрь месяцы 1995 г., т.е. когда происходит уборка урожая овощных культур. В период сброса стоков в р. Или и активного функционирования ПСК резко возросла заболеваемость населения кишечными инфекциями и вирусным гепатитом. Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:

- сточные воды, поступающие в ПСК, имеют высокое содержание токсических веществ (аммиак, родониды, кадмий, фенолы, СПАВ, нефтепродукты);
- степень доочистки сточных вод в системе накопителей ПСК не достаточная по уровню загрязнения тяжелыми металлами, бактериологическим, вирусологическим и гельминтологическим показателям;
- сточные воды ПСК характеризуется высоким содержанием токсических веществ (кадмий, родониды), которые не обезвреживаются на этапах доочистки ПСК и представляют определенную опасность для качества воды р.Или и здоровью населения;
- сточные воды ПСК оказывают существенное влияние на физико-химический и бактериологический показатели воды в р.Или;
- в населенных пунктах прилегающих к ПСК и прудам-накопителям, наблюдается высокий уровень инфекционных заболеваний, особенно в бывшем совхозе Илийский, Каскеленский и п. Косозен, в период осенней уборки овощей;
- уровень кишечных инфекций превышает среднерайонный показатель до 3,42 раза и среднеобластного до 2,45 раз в отдельных населенных пунктах района;
- более 50% всей заболеваемости кишечными инфекциями и вирусным гепатитом приходится на август, сентябрь, октябрь месяцы, т.е. в период интенсивного сброса сточных вод через ПСК, и уборки урожая.

Основные выводы и предложения

Проведенные исследования гидроэкологических проблем накопителя Сорбулак комплексным методом позволили сделать следующие выводы и предложения:

1. Оптимальная система управления гидроэкологическим состоянием накопителя Сорбулак обеспечить условия устойчивого развития всей рассматриваемой природно-хозяйственной системы (ПХС).
2. На территории накопителя Сорбулак необходимо организовать сеть стационарных научных станций, обеспечивающая наблюдение за параметрами природно-технического (метеорологических, гидрологических, гидрохимических и др.) среды и показателями хозяйственной деятельности по типу геосистемного мониторинга.
3. Для подтверждения теоретических расчетов по испарению воды с поверхности накопителя необходимо установить в составе организуемой метеостанций лизиметры, позволяющие определить величину испарения с различных ландшафтных поверхностей.
4. Необходимо восстановить ирригационно-оросительную систему, насосные станции и создать условия для орошения земель вокруг накопителя Сорбулак.
5. Содержание отдельных видов тяжелых металлов в донных отложениях в несколько десятков раз превышает их состав в воде. Все это показывает о необходимости управления уровнем режимом водоема, чтобы не допустить его осушения и развевание всей этой массы по окружающей среде.

Литература

1. Тюменев С.Д. Использование сточных вод на массиве Сорбулак //Международная научно-практическая конференция 10-летию МКВК «Вода-2002» 20-22 февраля 2002 год. – Алматы, 2002. – С. 257-262.
2. Тюменев С.Д. Гидроэкологические проблемы накопителя Сорбулак и методы их решения //Международная научно-практ. конф. «Проблемы управления водными ресурсами и эксплуатации гидромелиоративных систем в условиях деятельности ассоциации водопользователей» ТИИИМСХ, 12 декабря 2002г. – Ташкент, 2002. – С. 83-87.
3. Тюменев С.Д., Актымбаева Б.И. К вопросу оптимизации природных комплексов дельты реки Или //Современные проблемы геоэкологии и созэкологии. /Межд. научно-практ. конф. 2 января 2001г. – Алматы, 2001. – С. 145-148.
4. Достай Ж.Д., Тюменев С.Д. Теоретические основы управления водохозяйственной системы (ВХС) //Международная научно-практическая конференция «Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии на рубеже веков». 21-22.11. 2002г. – Алматы, 2002. – С. 227-230.
5. Кенесариев У.И. Санитарно-гигиеническая оценка сточных вод г.Алматы в ПСК и их влияние на р.Или и здоровье населения. АГМИ – г.Алматы 1995г.

СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ (СОЗ) В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Торянникова Р.В.*, Умаров Н.М.***, Молодовская М.С.*, Зиновьев П.В.***

* - Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт
им. В.А. Бугаева (САНИГМИ)

** - Государственная специализированная инспекция аналитического контроля (Гос-
СИАК) Госкомприроды Руз

*** - Республиканский научно-исследовательский криминалистический центр
им. Х. Сулеймановой

Стойкие органические загрязнители (СОЗ) представляют собой серьезную угрозу для здоровья человека и окружающей среды. СОЗ принадлежат к группе химических веществ, обладающих токсичными свойствами и устойчивых в природной среде. Они характеризуются высокой степенью биоаккумуляции и являются объектом трансграничного переноса по воздуху и воде, осаждаются на большом расстоянии от источника их выбросов, накапливаясь в экосистемах суши и водных экосистемах.

К СОЗ относятся: ряд хлорсодержащих пестицидов, такие как ДДТ с метаболитами, изомеры ГХЦГ, альдрин, дильдрин, эндрин и др. а также полихлорированные бифенилы и диоксины.

Стойкие органические вещества, за исключением диоксинов, обладают, как правило, низкой острой токсичностью, но в результате длительного специфического воздействия на человека могут вызывать онкологические заболевания, повреждение нервной системы, негативно влиять на репродуктивную функцию и иммунную систему.

Источники поступления СОЗ в окружающую среду

Пестициды. Производство сельскохозяйственной продукции в настоящее время невозможно без применения пестицидов, которые в Центральноазиатских республиках всегда использовались в больших масштабах, чем в других регионах. Например в 80-х годах ежегодно применялось порядка 100-120 тысяч тонн пестицидов, почти половину которых составляли СОЗ. В последние десятилетия в Республике Узбекистан существенно изменилась политика использования пестицидов: на рынок страны привлечены пестициды нового поколения с высокой степенью эффективности при малых дозах применения и с минимальной опасностью для здоровья населения и окружающей среды; в перспективе предусмотрено развитие биологических методов защиты растений.

Общая нагрузка пестицидов на природную среду в Узбекистане за последние 10 лет значительно уменьшилась. Количество используемых пестицидов в Узбекистане, по разным оценкам, сократилось почти вдвое, а по особо токсичным веществам - в четыре раза. Значительно изменился и ассортимент используемых пестицидов. Например, в Узбекистане подавляющая их часть представлена дефолиантами (как правило, малотоксичные неорганические соединения) и соединениями серы. Резко (примерно в 10 раз) снизилось применение высокотоксичных фосфорорганических соединений (ФОС). С 1994 г. практически не используются такие токсичные и высокостабильные препараты, как ГХЦГ, тиодан, севин.

Тем не менее, проблема загрязнения почв и поверхностных вод остатками пестицидов остается актуальной. По данным Главгидромета загрязнение почв ДДТ и ГХЦГ выше среднего республиканского уровня отмечается в Ферганской долине [1].

Еще одним серьезным источником поступления СОЗ в окружающую среду является наличие большого количества устаревших неиспользованных пестицидов, требующих уничтожения или утилизации. В Узбекистане скопилось большие объемы устаревших и пришедших в негодность пестицидов, в основном, оставшиеся со времен Советского Союза. Проведенная в 2001г. инвентаризация устаревших, невостребованных и запрещенных пестицидов показывает, что общее их количество, хранящееся на складах, составляет 1389,17 тонн, в том числе, 118 тонн стойких органических пестицидов (СОП).

Кроме того, по предварительным оценкам порядка 15 тысяч тонн пестицидов, среди которых большое количество СОЗ, такие как ГХЦГ, ДДТ, кельтан, тиодан, а так же фосфорсодержащие пестициды: бутифос, метафос, фосфамид и др., хранятся в ядомогильниках (от 20 тонн до 1100 тонн в

каждом). Захоронения производились с 1972 по 1993гг. В могильниках хранятся также химические удобрения с истекшим сроком действия, а также упаковочная тара и зараженный пестицидами грунт с бывших сельхозаэродромов.

На территории Узбекистана расположено 14 ядомогильников, которые занимают площадь более 60 га. Состояние ядомогильников различно: большинство из них заполнены пестицидами, закрыты сверху железобетонной плитой и засыпаны грунтом. Но имеются ядомогильники навесного и открытого типа, которые представляют особую угрозу.

С целью оценки влияния ядомогильников на окружающую среду службами Госкомприроды ведутся наблюдения за уровнем загрязнения почв и вод хлорсодержащими пестицидами на близлежащей к ядомогильникам территории. Результаты наблюдений показывают, что ядомогильники, безусловно, оказывают негативное влияние на окружающую среду. Ко многим ядомогильникам нельзя подойти без средств индивидуальной защиты на расстояние 1-1,5 км. Почва вокруг ядомогильников загрязнена пестицидами. Например, в почве вокруг ядомогильника, расположенного в Джизакской области содержание ДДТ превышает ПДК в 100 раз. Необходимо проведение детальной инвентаризации пестицидов, хранящихся в ядомогильниках. Очень важно иметь адекватную оценку их состояния и влияния на окружающую среду.

Мощным источником загрязнения СОЗ окружающей среды, в том числе, подземных и поверхностных вод, является территория бывших сельскохозяйственных аэродромов. В республике в настоящее время существует 461 сельхозаэродром общей площадью порядка 4,5 тыс.га. По результатам систематического мониторинга, проводимого службами Госкомприроды, содержание, например, ДДТ в почвах бывших сельхозаэродромов превышает ПДК в 1000 раз.

В водные объекты пестициды поступают:

- со сточными водами предприятий, производящих пестициды;
- с атмосферными осадками, вследствие рассеяния (испарения с орошаемых полей) в атмосферу значительного количества пестицидов;
- с воздушными потоками при обработке больших площадей сельскохозяйственных угодий;
- при непосредственном внесении пестицидов в водные объекты для уничтожения водорослей, моллюсков и других организмов;
- но в основном, со стоком, формирующимся на орошаемых площадях (коллекторно-дренажные воды).

В условиях Узбекистана коллекторно-дренажным стоком с орошаемых полей выносятся 2,5-3,0 % используемого количества ФОС (в основном в период обработки полей – в июле-августе), 0,3-0,4 % хлорорганических пестицидов – как в период обработки полей (вегетационные поливы), так и во время сброса промывных вод [2].

Развитие рисоводства в среднем и нижнем течении рек базируется на широком применении гербицидов. Особенности режима орошения рисового поля создают предпосылки к поступлению пестицидов в коллекторно-дренажную сеть с последующим выносом их за пределы рисовой оросительной системы. Концентрация, например, пропанила и сатурна в воде сбросных коллекторов достигает 0,001-0,009 мг/дм³ и 0,003-0,075 мг/дм³ соответственно [3].

Полихлорированные бифенилы. Вопросы поступления в окружающую среду отработанных хлорбифенилов также находятся в центре внимания. Загрязнение, главным образом, происходит не при производстве ПХБ, а при их использовании и утилизации. Однако, самым важным источником поступления ПХБ в окружающую среду является сброс использованных продуктов, содержащих ПХБ.

В Узбекистане ПХБ не производятся, однако в течении многих лет на Чирчикском трансформаторном заводе широко использовали совол и совтол в качестве присадок в трансформаторных маслах при производстве трансформаторов. Порядка 98% всего производимого в СССР совтола-10 (смесь совтола с трихлорбензолом, 9:1) поступало на Чирчикский трансформаторный завод/4/, остатки которого (около 400 кг) хранятся на заводе в настоящее время. Однако общие запасы ПХБ, находящиеся в электротехническом оборудовании, загрязненных отходах и др. в Узбекистане не известны.

Непреднамеренное производство и выброс ПХБ и других промышленных СОЗ (гексабензол, диоксины, дибензофураны) могут иметь место в случае:

- сжигания ископаемого топлива в котлах коммунальных систем и промышленных котлах;
- выбросов в процессах сжигания в домашних хозяйствах ;
- открытого сжигания отходов, включая сжигание мусорных свалок.

ПХБ попадают в водоемы главным образом в пунктах выброса промышленных и городских (мусорные свалки) сточных вод. Обычные методы очистки сточных вод, по-видимому, способны удалять из вод ПХБ, адсорбированные на крупных частицах, но не растворенные и сорбированные на более мелких частицах (0,5 мкм и меньше) [5].

Отходы. В Узбекистане серьезной проблемой является проблема ликвидации отходов. В настоящее время в республике накопилось более одного миллиарда тонн промышленных и бытовых отходов [6]. В силу специфических особенностей, основная масса образующихся в Узбекистане отходов, представляющих твердые отходы, суспензии, шламы, шлаки, сточные воды и газообразные выбросы, приходится на горнодобывающую и перерабатывающую отрасли промышленности. Удельный вес отходов в этих производствах составляет 90-95 % от всей перерабатываемой массы сырьевых ресурсов. К настоящему времени в горнопромышленном комплексе на отвалах месторождений накоплено свыше 1,25 млрд.м³ вскрышных пород, в хвостохранилищах размещено свыше 1,30 млн. тонн отходов обогащенных руд.

Кроме того в республике образуется порядка 30 млн.м³ бытовых отходов, которые в основном складываются на городских и сельских свалках. При этом на каждый миллион тонн бытовых отходов теряется 360 тыс. тонн пищевых отходов, 160 тыс. тонн бумаги и картона, до 55 тыс. тонн текстиля, до 45 тыс. тонн пластмасс и многих других ценных компонентов.

Городские свалки мусора занимают площадь свыше 5000 га. Они служат источником загрязнения воздуха (особенно при неконтролируемом сжигании), прилегающих почв и подземных вод СОЗ, в том числе полихлорированными бифенилами. Проблема накопления твердых бытовых и промышленных отходов остро стоит во многих крупных городах, особенно в наиболее развитой и самой населенной Ташкентской области (рис. 1). Сбор и переработка городских отходов должным образом не налажена, и в последние годы ухудшилась в связи с сокращением городских бюджетов. До настоящего времени не решены вопросы размещения спецполигонов в крупных городах и районах. Не организован отдельный сбор бытовых отходов. Отсутствует собственное производство спецконтейнеров и мусоровозов для сбора и транспортировки отходов в места их размещения, а также спецоборудование для их переработки.

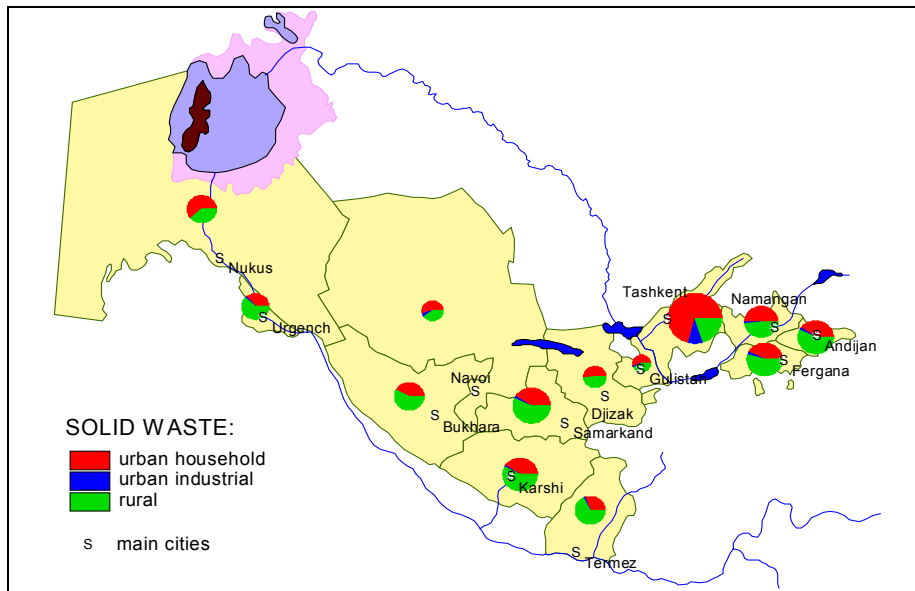


Рис. 1
Накопление твердых отходов по областям Республики Узбекистан

Мониторинг загрязнения СОЗ окружающей среды

Мониторинг за остатками пестицидов в Узбекистане осуществляют несколько организаций:

- Государственный комитет по охране природы РУз – мониторинг источников загрязнения пестицидами.
- Главное управление по гидрометеорологии РУз- мониторинг загрязнения пестицидами поверхностных вод и почв.

- Государственный комитет по геологии и минеральным ресурсам РУз – мониторинг загрязнения подземных вод.
- Министерство здравоохранения РУз - санитарно-гигиенический мониторинг (питьевые воды, пищевые продукты, человек).

К сожалению, в настоящее время контролируется лишь незначительное количество пестицидов, это преимущественно остатки ДДТ и его метаболиты, ГХЦГ и некоторое количество ФОП.

Несмотря на то, что стойкие хлорсодержащие пестициды присутствуют во всех компонентах биосферы, контроль за загрязнением водных объектов целесообразно осуществлять по содержанию СОЗ в донных отложениях или взвешенных наносах, поскольку в водоеме СОЗ сорбируются на взвешенных наносах. По существующим данным, более 92% ПХБ /7/ и 85-90% ДДТ /2/ в столбе воды от дна до поверхности распределены во взвешенных осадках. Однако, в настоящее время по существующим стандартам мониторинга анализируется только вода.

Аналитические возможности определения полихлорированных бифенилов в объектах окружающей среды в республике ограничены, в результате чего, систематический мониторинг ПХБ в объектах природной среды не осуществляется.

Состояние загрязнения СОЗ водоемов Узбекистана

В последние годы наблюдается тенденция исчезновения ДДТ и его метаболитов, а также значительное уменьшение концентрации ГХЦГ (запрещен к применению в Узбекистане с 1994 г.). Так, если в 1990 г. практически во всех пунктах наблюдения концентрации α,γ -ГХЦГ превышали ПДК, то в 1997 г. их содержание в воде р.Сырдарья было на уровне следовых количеств (рис. 2).

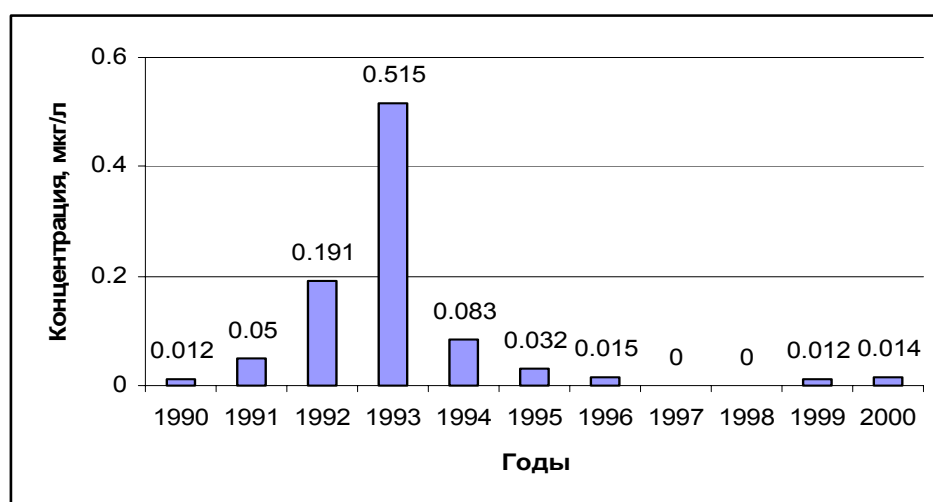


Рис. 2
Содержание изомеров ГХЦГ в воде р.Сырдарья (г.Чиназ)

Содержание пестицидов в донных отложениях водоемов Узбекистана гораздо выше, чем в воде и колеблется в пределах 0,1-0,5 мг/кг (α,γ -ГХЦГ) и 0,05-0,2 мг/кг (ДДТ). Максимальные уровни загрязнения донных отложений хлорсодержащими пестицидами отмечены в водохранилищах Ферганской, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской областей, а также в озерах Бухарской и Самаркандской областей

Самыми загрязненными водоемами являются:

- река Сырдарья на выходе из Ферганской долины (после впадения сильно загрязненного Северо-Багдадского канала до Кайракумского водохранилища) – концентрация ХОС в пределах 2-3 ПДК, а также перед Чардаринским водохранилищем и в местах впадения рр.Чирчик и Ахангаран – содержание гексахлорана до 3-5 ПДК;
- коллекторно-дренажная сеть Сырдарьинской области;
- воды Куюмазарского и Андижанского водохранилищ.

Анализ процессов накопления и распределения СОЗ числа пестицидов в донных отложениях показал, что общими можно считать следующие тенденции: нарастание загрязнения по течению реки и в местах впадения загрязненных притоков, повышенные уровни загрязнения коллекторно-дренажных вод, водохранилищ и ирригационно-сбросовых озер (рис. 3).

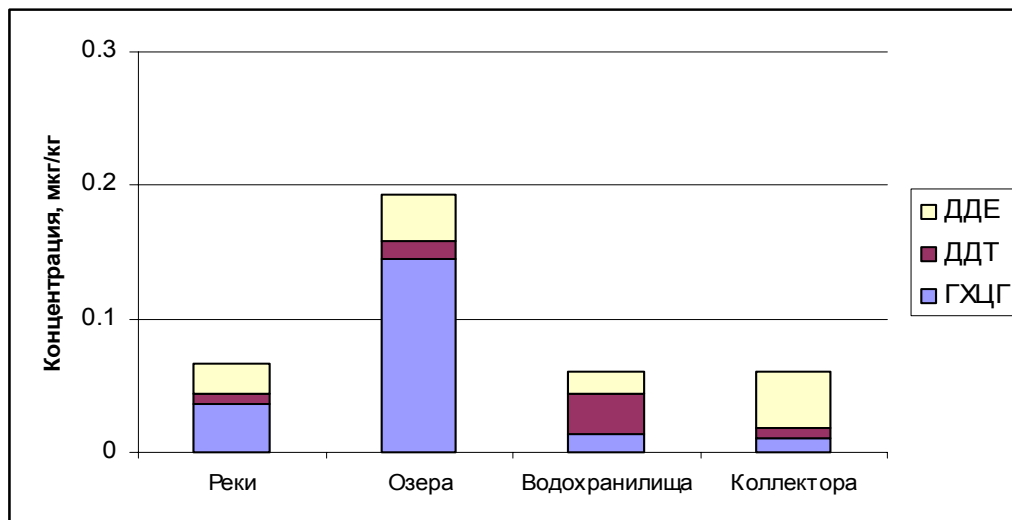


Рис. 3
Содержание пестицидов в донных отложениях водоемов Узбекистана

В 1993-1994 гг. в САНИГМИ в рамках выполнения научно-исследовательских работ была проведена комплексная оценка уровней загрязнения ПХБ в водных объектах. Результаты исследования позволили составить представление о ситуации с загрязнением ПХБ донных отложений, почвы, поверхностных вод, водной растительности, а также определить некоторые основные источники. Оказалось, что ПХБ присутствуют практически во всех средах – в почве, воде, донных отложениях, биоте.

Ташкентская область - наиболее развитый промышленный район республики, и, как следствие, на ее территории наблюдались наиболее высокие уровни загрязнения такими антропогенными загрязнителями как ПХБ. Самым крупным локальным источником загрязнения ПХБ в республике является Чирчикский трансформаторный завод. Уровни загрязнения почвы вокруг завода составляют 150 – 2000 мкг/кг, что на порядок выше, чем например, в почве в районе Новоангреной и Ангреной ГРЭС. Неожиданно высоким оказалось содержание ПХБ в Приаралье/8/. В почвах вокруг г. Нукус содержание ПХБ достигало 350 мкг/кг, что соответствует уровням загрязнения промышленных районов США. ПХБ, аккумулируясь в почве, могут мигрировать далее в поверхностные и грунтовые воды, накапливаясь в донных отложениях и водной биоте.

В воде фоновых водоемов уровни содержания ПХБ можно считать невысокими.

В водотоках Ташкентской и Сырдарьинской областей ПХБ колеблется в диапазоне 0,02-1,06 мкг/л и обнаружены, как это не странно, даже в воде Ташкентского водозабора.

В рыбах и двухстворчатых моллюсках из р. Сырдарья и Чарвакского водохранилища содержание ПХБ составляло 5,0-86,0 мкг/кг, что соответствует среднемировым значениям (0,2- 50,0 мкг/кг).

Анализ проб биологических объектов показал, что одним из основных накопителей ПХБ является водная растительность. Содержание ПХБ в листьях тростника озер Приаралья колебалось в пределах 3,51-63 мкг/кг. Максимальные концентрации достигали 633 мкг/кг. При этом водная растительность может наряду с донными отложениями служить индикатором загрязнения ПХБ водоемов, так как прослеживается зависимость между содержанием ПХБ в ней и общим уровнем загрязнения водоема.

Донные отложения водоемов являются прекрасным консервантом загрязняющих веществ из-за высокой сорбции их на частичках грунта и низкими температурами на дне. В донных отложениях водоемов Узбекистана уровни загрязнения ПХБ сильно варьируют. Средние значения приведены на карте-схеме (рис. 4).

В результате исследования было выделено четыре зоны, характеризующие разные уровни загрязнения природных объектов ПХБ.

- Фоновое загрязнение - в местах удаленных от источника;

- Рекреационное загрязнение - зоны отдыха в озерах и водохранилищах;
- Локальное загрязнение - трансформаторные подстанции, городские свалки, места хранения пестицидов;
- Региональное загрязнение - бассейны основных водотоков.

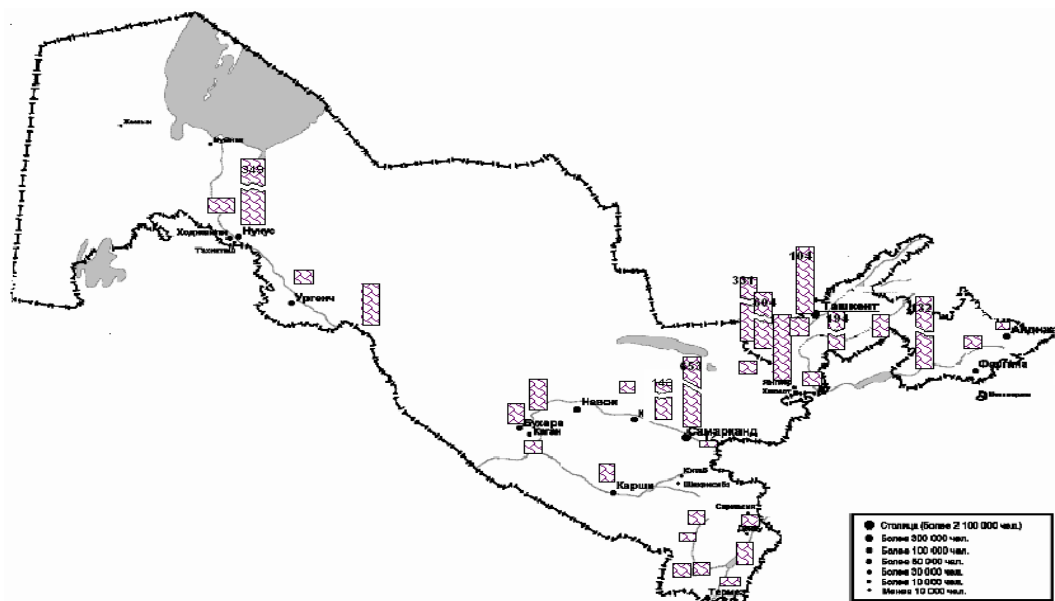


Рис. 4
Карта-схема распределения ПХБ по территории Республики Узбекистан

Управление стойкими органическими веществами в Республике Узбекистан

В Республике Узбекистан для обеспечения охраны здоровья человека и окружающей среды от воздействия стойких органических загрязнителей (СОЗ) принимаются определенные меры, которые приводят к уменьшению или устранению СОЗ из числа пестицидов.

В Республике создана законодательная база и принят ряд нормативных актов, регулирующих производство, экспорт, импорт и применение пестицидов из числа СОЗ. Налажена система контроля при регистрации и использовании импортных и отечественных опасных химических веществ. В Республике Узбекистан применение пестицидов регулируется Государственной химической комиссией (Госхимкомиссия) по средствам химизации и защиты растений при Кабинете Министров РУз, согласно:

- Закону РУз « О защите сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков»
- Постановлению Кабинета Министров РУз № 33 от 20.01.1999 « О вопросах организации и деятельности Госхимкомиссии по средствам химизации и защиты растений»

Управление стойкими органическими веществами в Республике регулируется также некоторыми другими законодательными актами:

- Закон РУз "О защите сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков"
- Закон РУз "О Государственном санитарном надзоре"
- Закон РУз "Об охране природы"
- Закон РУз "Об охране атмосферного воздуха"
- Закон РУз "Об отходах"
- Постановление КМ РУз, 2000 г. "О регулировании ввоза в Республику Узбекистан и вывоза с её территории экологически опасной продукции и отходов"

Вопросы регулирования СОЗ включены в Национальный план действия по охране окружающей среды и Программу действий по охране окружающей среды Республики Узбекистан на 1999-2005 годы.

Наложение запрета на использование пестицидов также является одной из мер регулирования. Постановлением Госхимкомиссии в Узбекистане запрещено производство и использование 22 наименований пестицидов, включая СОЗ, такие как ДДТ, ГХЦГ, альдрин, дилдрин, гептахлор, гексахлорбензол, хлордан. Однако, в республике пока не создана отлаженная, четко функционирующая система управления промышленными СОЗ: ПХБ, диоксины, фураны.

В свете урегулирования проблемы стойких органических загрязнителей в Узбекистане актуальными являются следующие задачи:

- проведение инвентаризаций и оценка источников и запасов СОЗ в том числе и ПХБ, находящегося в крупном электротехническом оборудовании, загрязненных отходах и неиспользованных запасов;
- изучение и оценка технологий переработки и уничтожения СОЗ, принятие мер по замене и ликвидации ПХБ;
- ведение национального регистра опасных СОЗ, отвечающего международным стандартам; создание банков данных; усиление и создание системы мониторинга СОЗ;
- формирование национального плана действий по снижению или прекращению выбросов (сбросов) в окружающую среду и уничтожению СОЗ на основе получения новых технологий, при финансовой и технической помощи международных организаций;
- повышение осведомленности по проблемам СОЗ;
- обучение специалистов различного уровня технологиям уничтожения или утилизации СОЗ.

Литература

1. Ежегодник мониторинга загрязнения почв за 2001 год, т.1 – Ташкент, Главгидромет РУз.
2. Торьяникова Р.В., Карасева Т.А. Содержание и поведение пестицидов в поверхностных водах Узбекистана. //Труды САНИГМИ. –1992. -вып.142(223). -с.80-100.
3. Торьяникова Р.В., Карасева Т.А., Луценко О.А., Загрязская Л.К. Распределение и поведение «рисовых» гербицидов в водной среде.//Труды Межгосударственной Конференции «Оценка воздействия промышленных выбросов на наземную растительность», Ташкент, 1-2 ноября 1993г.
4. Трегер Ю.А., Розанов В.Н. Полихлорированные бифенилы. Серия «Супертоксики XX века». – Москва, 2000. – С.64-70.
5. Молодовская М.С., Зиновьев П.В. Распределение уровней ПХБ в донных отложениях в соответствии с их гранулометрическим составом// Материалы конференции молодых ученых гидрометеорологических служб. – Москва, 5-7 декабря, 1999г.
6. Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (Госкомприрода РУз) – Ташкент, 1998
7. R.Toryanikova, P.Zinovev, T.Karaseva, M.Molodovskaya. Monitoring and Assessment of Pesticides and PCB in Bed Sediments of the Reservoirs of Uzbekistan. – International Workshop “Aspects and Impacts of a Changing Sediment Regime”, November 16-20, 1998.
8. Зиновьев П.В., Завьялова Л.В., Павлова Н.Е., Молодовская М.С. Распределение ПХД в донных отложениях и биоте г.Ташкента и Ташкентской области.//Труды САНИГМИ. - 1995. - №151 (232). – с.19-29.

СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ИЛИ-БАЛХАШСКОГО РЕГИОНА

В.Н. Сокольникова

Казахская головная архитектурно-строительная академия

Прибалхашье – уникальный по природным условиям, богатству недр, обеспеченности водой регион Центральной Азии. Находится на юго-восточной части Казахстана и включает территории Алматинской, юго-восточную часть Карагандинской областей, юго-западную часть Восточно-

Казахстанской и восточную Жамбылской областей, а также северо-западную часть провинции Синьцзян в пределах КНР. Его площадь составляет 413 кв. км.

Само озеро представляет собой вытянутый в широтном направлении водоем длиной более 600 км. Полуостровом Узынарал оно делится на две части: Западную, мелководную и широкую и Восточную, тоже мелководную, но узкую часть с большей минерализацией. Реки, впадающие в озеро: Или, обеспечивает 80% притока свежих вод в озеро, Каратал, Аксу, Лепсы, Аягуз, Шарын и др.

В естественном состоянии суммарные водные ресурсы региона составляли 28,85 куб.км/год. Из этого объема только 15,11 куб.км воды в среднем ежегодно достигало озеро Балхаш, остальная часть, в объеме 13,74 куб.км, расходовалась в естественные гидрографические сети, на орошение.

Ресурсы речного стока бассейна Озера Балхаш на сегодняшний день в среднем составляют 28,62 куб.км/год. Оценка современных ресурсов речного стока показывает, что его ресурсы в последнее двадцатилетие уменьшилось на 0,66 куб.км/год. Причинами этого считаются глобальные изменения климата и изменение хозяйственной деятельности на водосборах и речных долинах, в т.ч. в сопредельных государствах.

Также Или-Балхашский бассейн (ИББ) обладает большими запасами пресных подземных вод. В настоящее время отбор подземных вод в регионе осуществляется в объеме около 0,6 куб.км/год, это примерно 11% утвержденных запасов.

Благоприятные почвенно-климатические условия, обилие трудовых резервов и другие благоприятные факторы стимулировали рост хозяйственной деятельности в бассейне. Сейчас в Прибалхашье получили развитие промышленность, энергетика, сельское, рыбное и жилищно-коммунальное хозяйство. На берегу озера расположен Балхашский медеплавильный комбинат, на берегу р. Каратал – свинцово-цинковый комбинат, производится разработка карьеров каменного угля, полиметаллических руд, действуют предприятия легкой промышленности.

Объем потребляемой воды городом Балхаш составляет 111,39 млн.куб.м/год. Объем сточных вод, сброшенных в природные объекты из города равен 54,06 млн.куб.м/год. Основная часть сточных вод приходится на долю промышленных предприятий – АО “Казахмыс”, КГП “Горводоканал”, КГП “Гортепловодоканал” Балхашская ТЭЦ. Предприятия сбрасывают сточные воды через ливневую канализацию многочисленных хвостохранилищ.

Самым крупным водопотребителем в регионе является г.Алматы и Алматинская область. Здесь зарегистрировано 833 водопользователя. Из природных и водных источников забирается воды в среднем 3555,57 млн.куб.м/год. Значительно меньше зарегистрировано водопотребителей по другим областям ИББ. Объем сточных вод по Алматинской области составляет 238,47 млн.куб.м/год.

Г.Алматы является большим загрязнителем подземных вод. Его сточные воды без должной очистки переполняют накопитель Сорбулак и сбрасываются в р.Или ниже Капчагайского Гидроузла. К сожалению, сточные воды не подлежат должному контролю и мониторингу качества вод, поэтому полная картина поступления загрязняющих веществ в озеро не ясна.

В Алматинской области преобладает безвозвратное водопотребление, а в г.Балхаш – возвратное, в виде сточных вод. Наибольший удельный вес в водопотреблении и образовании безвозвратных потерь имеет коммунально-бытовое хозяйство (13-60%), производство электроэнергии (14%), пищевая промышленность и цветная металлургия (7-10%).

Своеобразные климатические условия, плодородные земли, водообеспечение благоприятствовали развитию в регионе орошаемому земледелию. Площадь орошаемых земель здесь составляет 648,5 тыс.га. Коллекторно-дренажными сетями обеспечены 51,3 тыс.га. Длина межхозяйственных каналов 2122 км, из них 195 км – облицовано, а остальные 1927 км – земляные. В результате около 41% подаваемой воды, не доходя до полей орошения, теряется на фильтрацию. Вследствие этого поднимается уровень подземных вод и происходит вторичное засоление, подтопление и заболачивание почв. Поэтому происходит постоянный рост площадей орошаемого орошения.

Например, существующая оросительная система в зоне БАКа складывалась стихийно и некачественно и несет в себе сеть многочисленных каналов разного назначения, конструкции и состояния изношенности. Фактическая оросительная норма превышает рекомендованную в 2 раза. Самым крупным водопотребителем является Акдалинский массив, на его орошение расходуется 1,2 куб.км/год воды, и которых только 0,3 куб.км/год возвращается в р.Или с большим содержанием.

В настоящее время из водных источников бассейна для целей орошения забирается около 3,0 куб.км/год воды, что составляет примерно 35% вегетационного стока всех источников в годы 75-ти процентной водообеспеченности. Объемы безвозвратного водопотребления возросли в целом по бассейну Восточного Балхаша – от 0,58 до 0,81 куб.км/год, Западного Балхаша – от 1,2 до

1,66 куб.км/год. Увеличение безвозвратного водопотребления вызвано увеличением площадей орошения. Удельное безвозвратное водопотребление в бассейне составляет в среднем 4400 куб.м/га.

Важная роль в использовании поверхностных вод принадлежит гидроэнергетике. Общий энергопотенциал ИББ составляет около 10 млрд.кВт.ч (40% энергетического потенциала республики). Самой крупной из действующих является Капчагайская ГЭС, которая имеет огромное водохранилище многолетнего регулирования. Проектируемая эксплуатационная нагрузка на это водохранилище не оправдалась: наполнено оно было только на половину, необходимая мощность выработки электроэнергии не была достигнута, площадь орошения составляет около 320 тыс.га вместо 1 млн.га планируемых, появились большие, около 800 млн.куб.м/год, потери воды на испарение и фильтрацию.

Создание и ввод в эксплуатацию Капчагайской ГЭС вызвало целый ряд негативных последствий:

- нарушение естественного гидроэкологического режима, связанного с большими, внутрисуточными колебаниями стока в нижнем бьефе водохранилища;
- дополнительные потери влаги на испарение с водной поверхности;
- гидрохимический режим, здесь идут как интенсивные процессы самоочищения, так и процессы замедления водообмена и скорости течения, вызывающие эвтрофирование и ухудшение качества воды.

В результате описанных выше грязных технологий и хищнического ведения хозяйства, после начала заполнения Капчагайского водохранилища уровень озера Балхаш стал быстро понижаться и на сегодняшний день колеблется в диапазоне экологически допустимых отметок: 341,0-341,5.

Вообще основными факторами, влияющими на понижение уровня озера, можно выделить следующие:

1. Зарегулирование стока р.Или и многочисленных водотоков Жетису.
2. Водозатратные технологии орошаемого земледелия.
3. Увеличивающееся потребление воды на нужды промышленности коммунально-бытового хозяйства.
4. Уменьшение притока воды из китайской части бассейна р.Или.
5. Снижение влагоудерживающей способности горных экосистем, вырубка лесов, необратимое таяние ледников.

Таково на сегодняшний день экологическое состояние Прибалхашья. Не смотря на то, что многие организации занимаются разработкой мер для улучшения этого состояния, проблема эта еще не решена.

Главной задачей оздоровления экологического состояния региона является водосбережение. Необходимо осуществление мероприятий, обеспечивающих экономию воды в быту и на производстве. Для этого нужны реконструкция орошаемых земель, сооружений головных гидроузлов и магистральных каналов оросительных систем. Также увеличение водных ресурсов путем создания искусственных осадков на больших территориях из атмосферной влаги. Безусловно, водосбережение и реконструкции сами по себе не решают проблему дефицита воды. Необходимо найти пути устойчивого развития всей экосистемы бассейна озера с учетом всех факторов: объемов водопотребления, климатических изменений, социально-экономического развития.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В РЕГИОНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

З.-В. Брекле, В. Вухерер

Университет Билефельд (Германия), отдел экологии

До 1960 года Аральское море с площадью около 68 000 км² занимало четвертое место в мире по площади. С 1960 года площадь моря катастрофически сократилась. Аральское море не существует больше. Оно расчленилось на два малых водоёма: Большой Арал и Малый Арал. Осушенное дно получило название пустыни Аралкум, площадь которой составляет около 40 000 км². Осушенное дно является новой континентальной поверхностью, которая активно заселяется живыми организмами.

Уровень Большого Арала непрерывно снижается. Высыхание Большого Арала ведёт к возникновению следующих экологических проблем:

- формирование большой солончаковой пустыни между бывшим островом Возрождение и восточным побережьем;
- вынос соли и песчаные бури, негативное влияние на здоровье людей и сельское хозяйство в рамках Аральского бассейна;
- возрастание солёности воды и утрата остаточной ихтиофауны;
- соединение бывшего военного полигона Возрождение с континентом;
- угроза потери заповедника Барса-Кельмес.

Уровень Малого Арала подвергся в девяностых годах сильным флуктуациям. Во второй половине девяностых годов уровень Малого Арала быстро поднялся с соответствующим увеличением площади водной поверхности. Это привело к следующим эффектам:

- возрастанию площади моря (до 3 700 км²) и снижению солёности моря;
- возрождению рыболовства в локальном масштабе (преимущественно интродуцированная камбала);
- распространению кустарниковой растительности вдоль побережья.

Это позитивное развитие было вызвано сооружением дамбы между Кокаралом и полуостровом Косарал, отделившей сток Сырдарьи от Большого Арала.

Однако в апреле 1999 года, при дальнейшем поднятии уровня моря, шторм полностью разрушил дамбу. Усилия целого десятилетия по стабилизации Малого Арала оказались напрасными. С учётом гидрологического баланса Малого моря и стока Сырдарьи, возможно восстановление Малого Арала на уровне 42-43 м абс. выс. в течение 5-7 лет. Это возможно только в случае строительства прочной устойчивой дамбы.

Различные стадии опустынивания характерны для прилегающих к морю дельт. Деградация и опустынивание подрывает жизненную базу проживающих в регионе людей. Уровень знаний и информации о состоянии деградации земель и трансформации экосистем в регионе Аральского моря недостаточны. Актуальная информация и мониторинг экосистем в регионе Аральского моря, пустыни Аралкум и дельт Амударьи и Сырдарьи чрезвычайно важны, так как экологическая ситуация в регионе очень динамична и нестабильна.

ПУСТЫНЯ АРАЛКУМ

В. Вухерер*, З.-В. Брекле*, Н.П. Огарь**

***Университет Билефельд (Германия), отдел экологии,**

****Институт ботаники и фитоинтродукции МО и Н РК**

Площадь осушенного дна Аральского моря, именуемого пустыней Аралкум, составляет около 40 000 км². Осушенное дно моря является новой континентальной поверхностью. Это новый географический объект, новая пустыня, оказывающая заметное влияние на прилегающие к Аральскому морю территории. Осушенное дно моря (пустыня Аралкум) является в масштабах Земли одной из самых больших территорий, с протеканием первичной сукцессии. Человек непроизвольно запустил эксперимент, сеть экспериментов, создал природную лабораторию с тысячами локальных явлений (процессов).

Флора осушенного дна является иммиграционной флорой, формирующейся с 1960 года. Она насчитывает 34 семейства и около 300 видов растений. Это типичная пустынная флора. Почти две трети видов относятся к четырём наиболее частым семействам (*Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*, *Brassicaceae*, *Asteraceae*). В настоящее время большую часть осушки составляют солончаковые пустыни. Значительное преобладание солончаковых процессов является главной причиной многообразия галофитной флоры осушки. Около 200 видов встречаются на солончаках или других типах почв с различной степенью засоления. Оставшиеся виды эпизодически или регулярно подвергаются влия-

нию солончакового процесса при прорастании или в ходе других жизненных фаз. 45 видов относятся к группе эугалофитов (*Salicornia europaea*, *Halocnemum strobilaceum*, *Suaeda crassifolia*). Увеличение проективного покрытия растительности посредством фитомелиорации галофитами является реальным путём стабилизации поверхности осушенного дна. Результаты экспериментов показали:

1. на песчаных почвах осушки 60х-70х годов сложились более благоприятные условия для осуществления фитомелиоративных мероприятий, чем на суглинистых почвах;
2. степень аридности первой половины вегетационного периода имеет решающее значение для этаблирования и приживаемости проростков и семян;
3. виды локальной флоры более эффективны для целей фитомелиорации;
4. на осушенном дне Арала продолжаются процессы формирования почв и растительности, состояние равновесия между травяным покровом и кустарниками ещё не достигнуто. Формирование почв и динамика растительности протекают быстро.

Экологическая ситуация на осушенном дне очень изменчива. Осушенное дно является огромным динамичным комплексом экосистем. Развитие растительности и экосистем в районе Малого и Большого Арала заметно отличаются. Настоящее и будущее высыхающего Арала характеризует формирование солончаковых пустынь. Совершенно очевидно, что в пустыне Аралкум и на прилегающих территориях распространяется солончаковое опустынивание. Очень важно и своевременно проведение мероприятий (фитомелиораций) по снижению солепылевого выноса.

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ УЗБЕКИСТАНА

Э.И. Чембарисов

Институт водных проблем АН Республики Узбекистан

Коллективом сотрудников Института водных проблем АН РУз впервые создана цифровая крупномасштабная карта в которой освещены различные характеристики качества речных вод Узбекистана за последние годы.

Комплексная оценка качества речных вод производилась по величине индекса загрязнения воды (ИЗВ), усовершенствованному авторами [1, 3]. При расчете ИЗВ, во-первых, учитывались все ингредиенты, превышающие их предельно допустимую концентрацию (ПДК), во-вторых, учитывался класс опасности этих ингредиентов (степень влияния на здоровье человека), что достигалось благодаря введению эмпирических коэффициентов.

Величину индекса загрязненности воды (назовем его в данном случае интегральным индексом загрязненности воды - И изв) следует определять по следующей формуле:

$$\text{И изв} = \frac{\text{Сумма превышения ПДК ингредиентов}}{\text{Количество ингредиентов}} \quad K1 \quad K2 \quad (1)$$

где $K1$ - коэффициент, учитывающий количество ингредиентов, превышающих ПДК; Изменяется от 0,5 (для одного ингредиента) до 1,9 (для 15 ингредиентов);

$K2$ - коэффициент, учитывающий класс опасности ингредиентов, превышающих ПДК. Изменяется от 1,0 до 1,5 в зависимости от числа ингредиентов и их класса опасности.

Нужно отметить, что методика определения индекса загрязненности воды, используемая в Главгидромете РУз, является частным случаем определения предлагаемого ИЗВ, так как при шести ингредиентах величина $K1$ равна 1.

На основе рассчитанных ИЗВ была предложена классификация качества речных вод с позиций ее использования для питьевых и хозяйственно-бытовых целей: ИЗВ 0-1 (вода плохая), 1 - 3 (удовлетворительная), 3 - 5 (плохая), 5 - 10 (опасная) и более 10 (чрезвычайно опасная).

На карте выполнено районирование территории Узбекистан по качеству воды рек, каналов, горных озер и водохранилищ. Изолинии ИЗВ (1: 3: 5: 10) проводились на основе расчи-

танных величин ИЗВ по 123 пунктам наблюдений (гидропостам) обозначенным на карте, около пунктов приведены гистограммы ингредиентов, превысивших их ПДК.

В горной области изолиния $ИЗВ=1$ проводилась с учетом рельефа местности. Она проводилась в среднем на высоте 2500, опускаясь в заповедниках и заказниках.

В предгорной равнинной частях при проведении изолиний, главенствующую роль играло расположение оросительной сети и места водозабора каналов с рек.

Из приведенных на карте гистограмм видно, что содержание фенолов в реках повсеместно превышает их ПДК. Даже в горной области ПДК фенолов всегда более 1 (фоновая характеристика ингредиента). Видимо, необходимо увеличить значение ПДК фенолов по крайней мере в два раза. В странах Западной Европы и в Америке ПДК некоторых ингредиентов пересматривается каждые 5 лет.

В русловых водохранилищах (Чарвакское, Туябугузское, Южно-Сурханское и др.) повсеместно происходит оседание фенолов в наливных водохранилищах (Каттакурганское, Кююмазарское и др.) в подводящих и отводящих каналах содержание фенолов практически не различается.

Из всех водохранилищ происходит вымывание пестицидов, осевших в прошлые годы, когда они применялись в сельском хозяйстве в чрезмерно большом количестве. Распад пестицидов продолжается в течение 18-20 лет.

Внутригодовое распределение ингредиентов для характерных пунктов (в ПДК), осредненное за период 1990-1996 гг., приведено в табличной форме. Выявлено, что максимальное превышение ингредиентов в различных пунктах регистрируется в различные месяцы. Поступление загрязняющих веществ в реки с промышленными стоками обусловлено режимом работы конкретных предприятий. Сброс в реки сельскохозяйственных стоков также зависит от времени проведения поливов и промывок.

Сравнивая значения ингредиентов, осредненных за периоды 1986-1990 гг., можно констатировать, что в речных водах практически повсеместно произошло уменьшение содержания пестицидов и тяжелых металлов, зато увеличилось содержание нитритов и фенолов.

Выявлено, что для рек Узбекистана в общем характерно ухудшение качества воды от верховьев к низовьям. Однако в отдельных случаях выделяются участки, на которых ИЗВ уменьшается вниз по течению рек и каналов, т.е. происходит самоочищение воды и наоборот, иногда наблюдается резкий рост ИЗВ, обусловленный значительным сбросом коллекторно-дренажных, промышленных и бытовых стоков.

Наиболее худшая по качеству вода (ее класс - чрезвычайно опасная) наблюдается в верхней части дельты Амударьи на территории Каракалпакстана. Плохая по качеству вода преобладает в низовьях Чирчика, Сурхандарьи, Кашкадарьи, Зарафшана и в Хорезмском оазисе.

В качестве примера приведем характеристику качества речной воды по бассейну Сырдарьи:

в р.Карадарье наблюдается удовлетворительное качество воды до п.Карабагиш, после него вода становится плохого качества. Удовлетворительного качества вода во всех притоках р.Карадарьи, а в верховьях этих притоков вода хорошего качества. Удовлетворительное качество имеет вода правых и левых притоков р.Сырдарьи в пределах Ферганской долины, многие из них сейчас полностью разбираются на орошение.

Плохое качество воды зарегистрировано только в р.Сох - кишл.Сарыканда и в р.Чадак у кишл.Джуласай. Однако вниз по течению за счет самоочищения вода становится удовлетворительного качества.

Удовлетворительного качества вода притоков р.Чирчик: реки Чаткал, Пскем, Угам, Аксаката, а в их верховьях - вода хорошего качества.

При рассмотрении части бассейна Чирчика от г.Газалкента и ниже, было получено, что в каналах правобережья р.Чирчик до г.Ташкента вода удовлетворительного качества. По левобережью вплоть до устья р.Чирчик вода квалифицируется как "плохая", что вероятно объясняется тем, что в канал "Карасу левобережный" поступают и фильтруются коллекторно-дренажные воды.

В р.Ахангаран вода удовлетворительного качества. В отдалении от нижнего бьефа Туябугузского водохранилища вода переходит в категорию “плохая”. В верховьях притоков р.Ахангаран вода хорошего качества. Только в р.Дукантсай после с.Дукант вода относится к категории “плохая”.

Качество воды рек Зааминсу и Санзар удовлетворительное. В деривационном канале Фархадской ГРЭС и его отводах - Южном Голодностепском канале и канале им. Кирова - вода также удовлетворительного качества.

В р. Сырдарье у г.Намангана вода плохого качества, такая же по качеству вода наблюдается у пос. Надеждинский и у г.Бекаабада, а у переправы Чильмахром и при впадении Северо-Багдадского коллектора (СБК) - качество воды становится опасной.

В р.Ахангаран у поста нижний бьеф Туябугузского водохранилища предельно допустимую концентрацию превышают фенолы, альфа - ГХЦГ, медь, цинк, хром шестивалентный. В р.Карадарья у г.Андижана в воде наблюдается превышение фенолов, нефтепродуктов, нитратов, меди и хрома. В р.Чирчик у Чиназ предельно-допустимую концентрацию превышают следующие ингредиенты: фенолы, альфа-ГХЦГ, нитраты, медь цинк и хром.

В р.Сырдарье фиксируются значительное содержание пестицидов, азота нитритного, меди, цинка и хрома шестивалентного.

Произведенное районирование территории республики позволило рассчитать для каждой градации следующие показатели: занимаемую площадь, фиксируемый объем воды и количество проживаемого населения. Такие расчеты выполнены как для отдельных бассейнов рек, так и для всей республики и представлены круговыми диаграммами .

Фиксированный объем воды ограниченной территории складывается из возобновляемых объемов рек и каналов для среднего по водности года, объемов горных озер и водохранилищ, Объемы воды ирригационно - сбрасываемых озер в расчет не входили, так как воды в них заведомо непригодны для питья. Также следует учитывать, что возобновляемый объем стока рек и каналов вышерасположенной территории в бассейне реки повторно учитывался на территории нижерасположенной и сток коллекторов опять попадает в реки.

Водозабор в каналы в различные по водоности годы изменяется в пределах 91,5 - 108,1 куб.км и в среднемголетии равен 100 куб.км. Объем воды горных озер составляет не менее 1 куб.км. Объем воды водохранилищ равен 13 куб. км. Фиксированный объем воды в Республике складывается из суммы объемов частных бассейнов рек и составляет 281,8 куб.км, его не надо путать с возобновляемыми водными ресурсами, которые оцениваются 119,8 куб.км. Подсчет фиксированных объемов воды необходим также при расчетах взвешенных по объему воды ИЗВ для бассейнов рек и административных областей.

Было определено что, процентное соотношение между площадью, занимаемой каждой градацией, качеством воды, количеством проживаемого там населения и фиксированными объемами воды в отдельных речных бассейнах или частях различно.

В Республике только 2,3 % населения проживает на территории, где регистрируется “ хорошее “ качество воды, 45 % - где вода “ удовлетворительного” качества и почти половина, где вода относится к категории “ плохая”.

Были проанализированы изменения водности рек Амударьи и Сырдарьи почти за полвека и рост минерализации воды этих рек во времени .

Можно констатировать, что водность наших главных двух водных артерий за полувековой период практически не изменилась. Происходило естественное чередование многоводных и маловодных лет. Следовательно, истощение возобновляемых водных ресурсов в нашем регионе не происходит. Дефицит водных ресурсов отмечается только в области рассеивания стока, обусловленной нерациональным использованием (коэффициент полезного действия внутрихозяйственных каналов составляет 0,60 – 0,63).

Отмечается тенденция постоянного роста минерализации воды, особенно в низовьях рек.

Прослежена связь некоторых видов заболеваемости населения, связанных с употреблением воды для питья, со среднезвешенными по фиксированному объему воды ИЗВ в разрезе административных областей .

В проведенных исследованиях процент неудовлетворительной водопроводной воды, осредненной для каждой административной области, увязан со средневзвешенными ИЗВ в этих областях. Это вполне объяснимо, так как вода в водопровод поступает в основном из поверхностных источников. Улучшение качества водопроводной воды в Каракалпакстане, по сравнению с выявленной закономерностью, вероятно, можно объяснить большим количеством установок по очищению воды. Наихудшая вода регистрируется в Навоийской области, в которой ИЗВ довольно высокий (3,92), к тому же, в области практически отсутствуют запасы подземных, идущих на питьевые нужды, которые в Каракалпакстане составляют 15-20% от объемов воды, используемой для питьевых и хозяйственно-бытовых целей.

Относительно высокий ИЗВ в Наманганской области обусловлен уже плохим качеством воды в реке Сырдарье. Для питьевых нужд здесь используется вода из реки Нарын и правобережных притоков, т.е. удовлетворительного качества. Поэтому заболеваемость населения в области меньше, чем в соседней Ферганской. В остальных областях Республики заболеваемость населения, в целом согласуется с величиной средневзвешенной по фиксированному объему воды ИЗВ.

Представленный на карте материал позволяет определить конкретные ингредиенты, превысившие их ПДК для участков рек с сильным загрязнением и источник их поступления и выдать рекомендации по улучшению качества воды, а их реализация повлечет за собой улучшение здоровья населения; для этого потребуются контакты с Госкомприродой и Министерством здравоохранения.

По отношению ко всей площади Узбекистана (173,6 тыс.км²) вода хорошего качества занимает только 8,6%, удовлетворительного - 35,2%, плохого качества - 44,0%, опасная - 5,2% и чрезвычайно опасная - 7,0%.

На территории с хорошей водой проживает только 2,3% населения республики, 46% с удовлетворительной водой, 49,1% - с плохой водой, 2,4% - с опасной водой и 0,2% - с чрезвычайно опасной водой. 1% населения живет на территории без постоянного стока.

Выделены следующие формы борьбы за улучшение качества речных вод: а) административно-правовые, б) научно-исследовательские и в) инженерно-технические.

Выполненное районирование территории Узбекистана по качеству речных вод может быть использовано в целях водоснабжения, сельском и рыбном хозяйствах, промышленности, рекреации и других сферах народного хозяйства.

Современные гидрохимические проблемы региона

В качестве основных проблем в области поверхностных вод можно выделить следующие:

- проведение оценки современного состояния качества воды (по всем существующим показателям) в реках, коллекторах, озерах, водохранилищах и других водоемах;
- нормирование качества воды по гигиеническим, хозяйственно-бытовым, ирригационным, промышленным и другим требованиям в условиях аридности данного региона;
- выявление закономерностей гидрохимического режима поверхностных вод с учетом естественных и антропогенных факторов;
- составление научно-обоснованных краткосрочных и долгосрочных прогнозов качества поверхностных вод в условиях суверенного развития народного хозяйства отдельных республик Центральной Азии;
- уточнение и совершенствование системы мониторинга за качеством воды;
- выявление оптимальных вариантов рационального использования водных ресурсов с учетом требований всех потребителей и определение возможностей их водоотведения;
- управление качеством имеющихся ресурсов речных бассейнов для создания оптимальной гидрохимической обстановки в них с учетом экологических требований биоценозов и, в первую очередь, требований человека.

Для успешного решения каждой отмеченной проблемы, необходимо составить научно-обоснованные программы, которые должны быть приняты среди всех специалистов, незави-

симо от их ведомственного подчинения.

Пути решения некоторых гидрохимических проблем

Пути решения всех перечисленных гидрохимических проблем, по нашему мнению, должны состоять из следующих основных этапов:

а) разработки научных основ исследования всех аспектов изменения качества воды и охраны водных ресурсов;

б) принятия правовых и административных мер по охране и улучшению качества воды;

в) выполнения различных инженерно-технических мероприятий по конкретной проблеме;

Теоретические и практические исследования по перечисленным проблемам в области гидрохимии бассейна Аральского моря должны быть проведены совместно со специалистами других стран, включая не только республики Центральной Азии, но ближнее и дальнее зарубежье.

При этом полезно использовать опыт работы в данной области, имеющийся в других регионах, например, опыт соглашения между США и Мексикой, согласно которому США обязуется не ухудшать качество рек Колорадо и Рио-Гранде перед их поступлением в Мексику.

Литература

1. Чембарисов Э.И. Гидрохимия орошаемых территорий (на примере бассейна Аральского моря) - Ташкент: ФАН, 1988. - 104 с.

2. Чембарисов Э.И., Лесник Ю.Н. К охране поверхностных вод Центральной Азии. - Тр. САНИГМИ "Пресная вода", Ташкент, 1995. С.64-71.

3. Чембарисов Э.И. Бассейновая оценка гидроэкологического состояния территории Узбекистана. Ташкент, "Университет", 2000. с.285-295.

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ж.Д. Карамолдоев

Кыргызский Национальный Университет

В Министерстве экологии и чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики мониторинг окружающей среды осуществляют Департамент экологии и мониторинга окружающей среды, Департамент государственного экологического контроля и природопользования территориальные управления охраны окружающей среды и Главное управление по Гидрометеорологии.

В Департаменте экологии и мониторинга окружающей среды Управление мониторинга окружающей среды непосредственно осуществляет экологический мониторинг и включает в себя отделы аналитического контроля за водными ресурсами и аналитического контроля за промышленными выбросами и земельными ресурсами.

Экологический мониторинг - это сбор, оценка и сообщение экологической информации, полученной в результате непрерывного или периодического наблюдения, оценки и прогнозирования в отношении как природных колебаний или изменений, так и антропогенных последствий и их воздействия на людей и окружающую среду.

Управление охраной окружающей среды – это обеспечение норм и требований, ограничивающих вредное воздействие процессов производства и выпускаемой продукции на окружающую среду, и рациональное использование природных ресурсов, их восстановление и воспроизводство.

Управление мониторинга департамента осуществляет мониторинг источников загрязнения и их влияния на объекты окружающей среды. Это связано с выездом на промышленные предприятия, определением источников загрязнения воды, атмосферного воздуха, почвы, выбором мест отбора проб,

которые бы объективно характеризовали степень загрязнения окружающей среды. Отобранные пробы анализируются как на месте отбора, так и в стационарных лабораториях. Методы анализа регламентируются нормативными документами. К ним относятся ГОСТы, Методические указания, Руководящие и нормативные документы.

Полученные в результате проведенных исследований данные позволяют определить эффективность работы природоохранных сооружений, соответствие сбрасываемых промышленными предприятиями сточных вод и выбросов в атмосферу установленным нормам. На сегодняшний день Департамент проводит мониторинг около 70 промышленных предприятий, расположенных как в Чуйской области, так и за ее пределами. Многие из них осуществляют сброс сточных вод в городские системы канализации, а отдельным предприятиям разрешен сброс в поверхностные водоемы.

Такие же подразделения имеются и в областных управлениях по охране окружающей среды.

Например, все сточные воды, которые формируются в городе Бишкек, сбрасываются в городскую канализацию и поступают на очистные сооружения, которые находятся в селе Пригородное на северной окраине столицы. Это очистные сооружения биологического типа, на которых очистка осуществляется за счет деятельности микроорганизмов (биологическая очистка). Очищенные сточные воды по 18 километровому коллектору сбрасываются в трансграничную реку Чу. Приезжая на это предприятие, специалисты Управления проводят отбор проб поступающих и очищенных сточных вод на самих очистных сооружениях, а также сброс в реку Чу и из самой реки, выше и ниже сброса. Анализ первых двух проб дает нам возможность оценить эффективность работы очистных сооружений, которая определена проектной документацией. Результаты третьей пробы позволяют оценить соответствие сбрасываемых вод установленным нормам, а данные проб воды из реки Чу позволят определить влияние сбрасываемых очищенных сточных вод на качество воды водного объекта.

По такому принципу отбираются пробы воды на всех контролируемых предприятиях.

Что касается выбросов в атмосферу, то пробы отбираются в газоходах, по которым промышленные выбросы поступают в газоочистные сооружения и выходят из них. Здесь также определяется эффективность газоочистки и соответствие установленным нормам предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Состояние же атмосферного воздуха контролируется Управлением по Гидрометеорологии.

Почва контролируется в местах непосредственного загрязнения.

Полученные результаты используются для проведения грамотной политики по управлению охраной окружающей среды, которая направлена, прежде всего на:

- уменьшение до или ниже регламентированного уровня или полную ликвидацию загрязнения атмосферы выбросами;
- уменьшение до или ниже регламентированного уровня или полную ликвидацию загрязнения водных объектов сбросами;
- уменьшение до или ниже регламентированного уровня или полную ликвидацию загрязнения почвы и недр.

Во всех трех названных направлениях звучит фраза “регламентированный уровень”.

Какими же документами регламентируется этот уровень.

1. Загрязнение атмосферы. Прежде всего, это предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест, которые подразделяются на две категории – максимально разовые и средне-суточные. И второй документ – это том предельно-допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для конкретного предприятия, который разрабатывается в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78 “Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями”

2. Загрязнение водных объектов. Для поверхностных водоемов также существуют предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водных объектов двух категорий: хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, а также рыбохозяйственного водопользования. Они регламентируются Правилами охраны поверхностных вод Кыргызской Республики, которые введены в действие с 1 января 1994 года и разработаны на основании ГОСТ 17.1.3.07-82 “Правила контроля качества воды водоемов и водотоков”. И вторым важным документом является предельно-допустимый сброс для каждого выпуска сточных вод в водный объект. Он рассчитывается на основании “Инструкции по установлению предельно-допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты”.

3. Загрязнение почвы. Для оценки степени загрязнения почвы существуют предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в пахотном слое. Это такие концентрации, которые не вызывают

ют прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы и ориентировочно допустимые концентрации загрязняющих веществ, которые определяются расчетным путем на определенное время.

Все названные нормативные документы дают возможность осуществлять контроль уровней выбросов и сбросов, а также других факторов, загрязняющих окружающую среду, дают основание для принятия мер по предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций, связанных с отклонением от установленных норм по охране окружающей среды. А также совершенствовать работу газоочистных, пылеулавливающих установок, очистных сооружений и других защитных средств.

Эти все действия относятся к специальным функциям управления охраной окружающей среды.

Литература

1. ГОСТ 17.2.3.02-78 “Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями”
2. Правила охраны поверхностных вод Кыргызской Республики, от 1 января 1994 года
3. ГОСТ 17.1.3.07-82 “Правила контроля качества воды водоемов и водотоков”.
4. “Инструкции по установлению предельно-допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты”.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА ТРАНГРАНИЧНЫХ РЕКАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

И.Ш. Норматов

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Республики Таджикистан

Водные отношения между республиками Центральной Азии в Советское время регулировались «Схемами комплексного использования и охраны водных ресурсов» по бассейнам Амударьи и Сырдарьи.

Основной целью разработки бассейновых «Схем...» заключалось в определении объемов реально располагаемых в пределах бассейнов Амударьи и Сырдарьи и доступных для использования водных ресурсов, обеспечении справедливого распределения их между республиками региона, соблюдении интересов всех водопотребителей.

Предусмотренное «Схемами...» максимальное использование вод бассейнов на орошаемое земледелие привело почти к полному исчерпанию и истощению водных ресурсов и, в свою очередь, к ухудшению экологического состояния иногда доходившего до экологического бедствия в низовьях рек Аральского бассейна.

Например, установлено, что вода Амударьи после выхода из Туямуонского водохранилища характеризуется превышением ПДК у натрия и нитритов (NO_2) в 1.2 и 2.3 соответственно, в районе Нукуса наблюдается превышение ПДК у тяжелых металлов.

Ныне одной из самых загрязненных рек Центральной Азии является река Зеравшан, качество воды которой изменено под влиянием коллекторно-дренажных вод орошаемой зоны бассейна и сточных вод предприятий городов Самарканда, Каттакургана, Нагоя, Бухары. Минерализация воды в реке возрастает от истока к устью с $0.27-0.30 \text{ г/л}$ до $1.5 - 1.6 \text{ г/л}$.

Из тяжелых металлов наибольшее превышение ПДК наблюдается по Сг и Zn . Кроме того, в воде реки Зеравшан обнаружено высокое содержание сурьмы, и загрязнение ее фенолами составляет 3-7.5 ПДК.

Несмотря на убедительные показатели влияния загрязнений вод на здоровье человека (80% всех болезней в мире вызваны употреблением недоброкачественной воды, с водным фактором связана заболеваемость около 2 млрд. человека) экологическая трагедия Арала продолжается. Ежегодно в реку Сырдарья сбрасываются 12-14 км³ неочищенных использованных вод, перенасыщенных пестицидами, ядохимикатами.

По данным Кызыл-Ординского областного управления охраны окружающей среды в Сырдарье превышение ПДК по содержанию азота составляет 2.5 раза, сульфатов – 3.0-7.7, БПК – 5-3.1, нефтепродуктов –7, меди-10, железа-2 раза. Минерализация поступающей воды из Шардаринского водохранилища выросла до 1.4 г/л , а в районе Казалинска до 2 г/л , что в два раза больше нормы.

Обнаружение в водах Сырдарьи и ее притоках соединений тяжелых металлов (Pb, Zn, Cr, Ni, Cd и Hg) с концентрацией в десятки и сотни раз превышающих ПДК, прежде всего, связано с осуществлением в условиях узковедомственного подхода к освоению недр с применением несовершенных технологических схем переработки.

На водосборных площадях в бассейне Нарына - Сырдарьи только на территории Кыргызстана находится 14 законсервированных и действующих объектов горнодобывающей промышленности, а объем твердых отходов превышает 550 млн. м³.

В водах Сырдарьи ниже впадения рек Сумсар и Алабука, стекающих с горного обрамления северной части Ферганской долины концентрация свинца составляет от 3 до 100 ПДК, цинка более 10 ПДК, меди более 30 ПДК.

К числу потенциально опасных источников радиоактивного загрязнения вод Нарына - Сырдарьи относятся три хвостохранилища и отвалы в поселке Мин-Куш. Эти хранилища с общей массой радиоактивных отходов около 2 млн т. и суммарной активностью 10^{15} Бк размещены в долине реки. Природные катаклизмы могут разрушить дамбы хранилищ, вызвать размыв радиоактивных отходов и заразить воду на огромной территории.

Для стабилизации экологической обстановки в регионе предлагается ряд мер. Согласно одной из них необходимо введение в принцип лимитированного забора, отдельных изменений, дающих право на больший объема водозабора в процентном отношении водопотребителям, ниже располагаемым по течению реки. Внедрение данной системы лимитированного водозабора, согласно позволяет регулировать водозабор из рек не только с учетом орошаемых земель, но и с учетом качества воды, степени ее минерализации.

Глубокое понимание роли воды в регионе и ответственности перед обществом за устойчивое водообеспечение, например, вызвало немедленное действие Правительств пяти стран Центральной Азии о создании в феврале 1992 года Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК). Создание МКВК в сложное и непредсказуемое постсоветское время дало возможность странам региона безболезненно пройти путь водного «безвластия», обеспечивать равновесие и согласие в регионе и продемонстрировало стратегию всех стран обеспечивать сегодня и на будущее нормальное и взаимопонимаемое уважительное сотрудничество.

Это дает основание надеяться, что возникшую ныне в регионе проблему загрязнения и возрастания степени минерализации водных артерий можно с таким же успехом решить путем создания (подобной МКВК) Межгосударственной координационной комиссии по качеству воды (МКККВ).

В структурное подразделение «межгосударственные эксперты» объединяются ведущие специалисты по оценке качества и состава вод из всех пяти государств Центральной Азии.

Основная функция данного органа заключается в сопоставлении данных республиканских экспертов по составу воды и решении спорных вопросов путем проведения независимых экспертиз качества воды трансграничных рек.

Количественный состав и срок полномочия межгосударственных экспертов устанавливается секретариатом МКККВ.

В Информационном центре, создаваемом в каждой из стран Центральной Азии собираются, обобщаются и систематизируются данные экспертов по контролю качества воды в промышленном, сельскохозяйственном, коммунальном секторах и в гидростаях.

Таким образом, данные относительно качества водных артерий из каждой страны поступают в аналитический центр МКККВ.

Следует отметить, что после достижения полной прозрачности относительного состава и качества всех водных артерий Центральной Азии очередным шагом является разработка механизмов поощрения и принятия мер по отношению к государствам, загрязняющим водную среду. Эти вопросы в комплексе с другими должны прорабатываться на заседаниях МКККВ для рассмотрения на заседании Глав Правительств стран Центральной Азии.

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН И ИХ ОЦЕНКА В СВЯЗИ С НАБЛЮДАЕМЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Н.К. Носиров*, У.И. Муртазоев**

*Таджикский филиал НИЦ МКВК, **НПО «ТаджикНИИГиМ»

В системе землепользования Республики Таджикистан исключительно важное место отводится орошаемому земледелию, которое ежегодно расходует примерно 85% от объема водопотребления в стране. Объем продукции в стоимостном выражении, получаемый с 1 га поливных сельскохозяйственных угодий, в 15-30 раз превосходит продуктивность неорошаемого гектара.

На сегодняшний день орошаемое земледелие Таджикистана дает не только более 90 % продукции растениеводства, но и является важным рычагом подъема производства животноводческой продукции, участвуя в производстве кормов. Хотя орошаемое земледелие имеет наибольшую сельскохозяйственную ценность, в настоящее время его развитие, по различным причинам, не удовлетворяет потребности страны, что снижает доходы от использования земель. Причины, обусловившие снижение масштабов общей тенденции роста использования земель в Таджикистане под орошаемое земледелие весьма разнообразны.

Основные из них:

- резкое снижение инвестиций под рост орошаемых земель, связанное с общим экономическим неблагополучием в стране и ухудшением мелиоративно-экологического состояния земель;
- слабое обеспечение орошаемого земледелия неводными факторами (удобрения, ядохимикаты, горюче – смазочные материалы и т.п.);
- большие тарифы на машинный водоподъем воды: 0,15 цента 1 кВт. К концу 2004 г. тариф составил 2,38 цента 1 кВт (т.е. почти 16-кратное увеличение), что может привести к коллапсу машинного орошения. В 1999 г. энергозатраты на ирригацию были равны 2200 кВт 1 час, что составило 17% от общих энергозатрат по республике;
- старение и постепенная утрата потенциала водохозяйственных организаций (как по состоянию сооружений, так и по ослаблению кадрового состава и его квалификации). По данным Минводхоза Республики Таджикистан, пока не будут предприняты необходимые меры по восстановлению ирригационных и коллекторно-дренажных систем, за последующие 10–15 лет государство может потерять около 100 тыс. га продуктивных земель. Это больше всего относится к землям машинного орошения, т.к. насосы, электродвигатели и оборудование изношены, а часть трубопроводов изъедена ржавчиной.
- сохранение в Республике Таджикистан значительной доли сельского населения, составляющего 44,7% от общего количество рабочих мест ([1], стр. 18) и соответственно, прогрессирующий безработицы рабочих рук в сельской местности.
- и, наконец, засоление почв, усугубляемое близким замечанием уровня грунтовых вод.

В настоящее время площади с близким замечанием уровня грунтовых вод (до 3-х метров) составляют 222 тыс. га или 32 % орошаемой территории. В неудовлетворительном мелиоративном состоянии находится 87 тыс. га, в т.ч. по причине: высокого состояния грунтовых вод – 48 тыс. га, засоленности 24,4 тыс. га и под влиянием обоих факторов 14,6 тыс. га.

Засоление почв приносит огромный ущерб сельскому хозяйству равнинных и предгорных районов республики. Ежегодно потери только хлопка – сырья от повышенного засоления превышают 60-70 тыс. тонн, что равнозначно освоению почти 26 тыс. га новых земель ([2], стр. 266).

По оценкам специалистов ([1], стр. 30) при потребности в дренаже в размере 600 тыс. га, республике обеспечено или всего лишь наполовину (328,6 тыс. га), в т.ч. горизонтальный открытый – 190,9 и горизонтальный закрытый – 137,6 тыс. га.

Засоление и концентрация основных ионов также велики, увеличиваясь от горных регионов вниз к равнинам. Расчет количества соли, переносимой дренажными водами, показал что участок Амударьи между Нурекским водохранилищем и местом ее слияния с рекой Вахш получает около 8,5 млн. т. соли ежегодно, а р. Пяндж – до 0,8 млн.т. Между местом слияния рек Вахш и Пяндж и Туямуонским водохранилищем до 16,5 млн.т солей сбрасываются в Амударью.

Ниже водохранилище Туямуюн в Амударью сбрасываются еще 1,6 млн.т. солей ([3], стр. 49-50). Данные по засолению воды в двух основных створах Амударьи показывают, что орошение вызвало засоление, превысив допустимую норму в створе Туямуюн, которое в настоящее время уже достигло 2 г/л.

Ухудшение мелиоративной обстановки на орошаемых землях Таджикистана проявилось в том, что за последующий период сократились абсолютные и относительные показатели незасоленных земель при росте средnezасоленных.

Как известно, задачами водного хозяйства страны являются обеспечение АПК государства водными ресурсами в целях устойчивого развития экономики страны с сопутствующей выработкой электроэнергии. Орошаемое земледелие в настоящее время дает более 80 % валового сбора продуктов сельского хозяйства. При этом пригодная для обработки площадь составляет 1571000 га, обрабатываемая 769900, а орошаемая - 719000 га ([3], стр. 6). Таким образом, налицо явные резервы роста орошаемых земель - с 5% (от общей площади страны) до 11%. В перспективе намечается освоить 870 тыс. га земель в основном в предгорном поясе, из которых 238 тыс. га обеспечено водными ресурсами до 2010 г. ([2], стр.204). На выполнение поставленной задачи потребуется большое количество воды, объемов которой, в связи с отмечаемым повсеместно потеплением климата, может в перспективе и не хватить.

Изменения в климате Таджикистана, связанные с появлением в атмосфере углекислых газов, может существенно повлиять на интенсивность, структуру и количество выпадающих осадков по всей территории Таджикистана, что приведет к непредвиденному климатическому режиму.

Изменение интенсивности и количество осадков окажет негативное влияние на водоснабжение, производство гидроэлектроэнергии, работу водохранилищ и минерализацию в бассейнах рек Вахш, Кафиррафшан, Зеравшан и Сырдарья.

Это связано с тем, что проектирование дорогостоящих структур для сохранения и сбережения воды от больших плотин до малых дренажных систем - основано на анализе прошлых записей климатических и гидрологических параметров. Некоторые из этих структур были спроектированы на 50,100 и более лет. Записи прошлых климатических и гидрологических структур, в связи с изменением климата, выражающимся в повышении температур, увеличении испарения, раннем таянии снегов, возрастании уровней озер, не могут далее использоваться для будущего. Среди проблем просматриваются следующие эффекты, влияющие на гидрологический цикл и человеческие системы, которые зависят от воды. Например, уменьшение толщины снежного покрова и его площади должно повлиять на сезонное формирование речного стока, и как следствие, выработку гидроэлектроэнергии и сельское хозяйство.

Водные экосистемы претерпят изменения, связанные с режимами стока, температуры и уровня воды. Увеличение непостоянства стока, особенно частоты и длительности больших наводнений и засух, может снизить качество воды, биологическую продуктивность и среду обитания в бассейнах рек, в особенности малых.

В бассейне рек Вахш, Каферниган, Зеравшан и Сырдарья относительно не большие изменения температуры и осадков, вместе с нелинейными эффектами эвапотранспирации и влажностью воздуха, могут в результате сильно изменить сток, который, к тому же, уже большей частью трансформирован водохранилищами. Размеры их стокорегулирующих способностей обусловлены объемами внутри водоемных процессов, в них происходящих, к числу которых следует отнести заиление, зарастание, а испарение и влияние на климат.

На малых водохранилищах (с водным зеркалом менее 10 км²) среднегодовые темпы седиментации составляет 1,23 млн.м³ (около 2% полезного объема) или 6-8 см в год, в связи с чем они заиливаются в среднем в 5 раз быстрее проектных сроков: объем отложений за 20-25 лет эксплуатации составил 49-56% полного и 72-90% полезного объема. На крупном равнинном Кайраккумском водохранилище темпы заиления около 44 млн. м³ в год. На горном Нурекском 162 млн. м³ в год (или 5 м в год). По величине проективного покрытия макрофитами выделяются водохранилища: слабо заросшие – до 25% акватории (Сельбурское, Муминабадское, Коктасайское, Нурекское) и сильно заросшие – от 25 до 50% (Головное, Кайраккумское). Видовой состав макрофитов небогат: на малых водохранилищах до 13 видов, на крупных – до 15 видов.

Среднегодовые потери воды на испарение с акватории малых водохранилищ (без учета осадков) составили 17,5 млн. м³ или 1,13 м слоя воды, а с учетом осадков 12,7 млн. м³, что в 1,3 раза меньше по сравнению с соответственно Кайраккумским и Нурекским ([4], стр. 67) Зона влияния малых водоемов на климат прилегающих территорий незначительно: на равнинах до 7-10 метров, в предгорьях до 2-4 м от уреза воды. На крупном равнинном Кайраккумском водохранилище уменьшение среднемесяч-

ной температуры воздуха (или охлаждающий эффект) отмечается на расстоянии до 40-50 км от берега и в максимуме (0,1-1,4 °С) проявляется с мая по сентябрь. Отопляющий эффект незначителен (0,1-0,3 °С) и отмечен в конце осени – начале весны. На Нурекском водохранилище указанный эффект показателен с ноября по март и прослеживается на расстоянии до 10 км ([5], стр. 74).

Как видно, температура воздуха по примечаяющих к крупным водохранилищам зонам в вегетационный период заметно ниже, чем в удаленных от водоемов районах. Стало быть, на этих территориях удельное водопотребление сельхозкультур станет намного меньше, а это уже водосберегающий фактор. Следует отметить, что по причинам, изложенным выше, водозабор на орошение в стране имеет устойчивую тенденцию к снижению (табл. 1).

Таблица 1
Водозабор на орошение в РТ (млн. м³) с 1990 по 2000 гг.

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
11,76	10,6	9,32	9,5	9,98	9,64	9,06	9,0	8,6	8,4	8,2

Вместе с тем, совершенно очевидно, что при отмечаемом сегодня и ожидаемом к 2050 г. повышении температуры воздуха (по различным сценариям) по 2,0-2,9 °С биологическая потребность растений в воде возрастет и, соответственно, повысится и водозабор на орошение.

Гидрометслужбой Узбекистана использованы следующие климатические сценарии CCCM – модель Канадского климатического центра; ЦКМО – модель Метеорологического бюро Великобритании; GFDL – модель лаборатории геофизической гидродинамики США; GISS – модель института космических исследований Годарда. Основные параметры изменения климатических показателей, стока рек по этим моделям приведены в табл. 2.

Таблица 2
Динамика ожидаемых параметров водного баланса (%).

Показатели	GFDL	CISS	ИКМО	CCCM
Температуры на равнинах	+4,4	+4,6	+6,0	+6,9
Температура в горах	+3,4	+4,7	+5,2	+6,5
Осадки в горах	114	113	106	89
Изменение водных ресурсов по: Сырдарье	+1	-2	-15	-28
Амударье	0	-4	-21	-40
Изменение водопотребления	+7,38	+1,03	+11,27	+11,1
Осадки на равнинах	110	140	90	100

На эти данные положено изменение требований на воду, рассчитанное в работе [6] на основе прогнозируемой динамики климатических показателей и методики расчета водопотребления ФАО CROPWAT.

Хотя разброс прогнозов очень велик, но даже самый оптимистический из них - GFDL - дает увеличение потребностей против имеющихся ресурсов на 6,3-7,4% или по региону ориентировочно на 6,0-6,5 км³. Пессимистические прогнозы дают ошеломляющую цифру – рост дефицита воды на 20 км³.

Опираясь на прогнозируемое возрастающее водопотребление по моделям GFDL и CCCM - соответственно 7,38 и 11,1 %, можно ожидать дефицита водных ресурсов для орошаемого земледелия к 2020 г в объеме 0,87 и 1,31 млрд. м³ по сравнению с 1990 г. и 0,61 и 0,91 млрд. м³ на уровень 2000 г. На уровне 1990 г. объема водозабора на нужды сельскохозяйственного, хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения, по данным Минводхоза Республики Таджикистан, составили соответственно 695,9 484,75 и 594,02 млн. м³.

Есть основания полагать, что по сравнению с этим годом недостаток водных ресурсов для них к 2020 г. составит 51,36 и 77,24 млн. м³, 35,77 и 53,81, 43,84 и 65,94 млн. м³ при сценариях потепления климата по моделям GFDL и CCCM соответственно. Экспертные оценки дают повышение, при ожидаемых климатических изменениях, слоя испарения в Таджикистане на 5-14%, увеличение эвапотранспирации влаголюбивой растительности - на 10-20%. Кроме того, выполненная нами оценка уязвимости водных ресурсов рек Таджикистана показала, что в условиях удвоения концентрации CO₂ в атмосфере ожидается уменьшение водных ресурсов на 20-30%, возрастание жидкого стока в ме-

женный период и его сокращение в половодье. Меньше станет и вероятность высоких половодий. Большая часть осадков будет выпадать в жидком виде (в форме дождей), уменьшится зимнее снеговое накопление в горах, повысится мутность рек. Результаты этой оценки отражены в табл. 3.

Таблица 3
Колебания ресурсов поверхностных вод Таджикистана при возможных изменениях климата

Бассейн реки	Естественные ресурсы поверхностных вод, млн. м ³	Ресурсы поверхностных вод при изменении климата, млн. м ³	
		Сценарий минимального потепления	Сценарий максимального потепления
Южный Таджикистан			
Вахш –к Туткаул	20183	20183	12110
Кафарниганский –к Тартки	3190	3190	1994
Центральный Таджикистан			
Зеравшан – п. Дупули	4870	4870	2922
Северный Таджикистан			
Сырдарья –г Бекобод	4790	4840	3449
Восточный Таджикистан			
Гунт – г. Хорог	3280	3280	1968
Шахдоро – к Хабост	1100	1100	660
Барганг – к. Шучанд	4210	4210	2526

Наиболее уязвимыми окажутся ресурсы поверхностных вод бассейна р. Вахш. Согласно сценария максимального потепления ресурсы этой реки уменьшаются по сравнению с существующими на 8073 млн. м³. Ресурсы поверхностных вод бассейнов других рек по сценарию минимального потепления остаются на прежнем уровне, а по Сырдарье даже возрастают на 1 %.

По мере увеличения аридности климата тенденция к уменьшению ресурсов поверхностных вод станет преобладать. В соответствии с этим из-за падения, благодаря уменьшению количества водных ресурсов, уровней воды в реках и оросительных системах, снизятся горизонты вод в их головных водозаборах, аванкамерах и непарных бассейнах насосных станций. Это, в свою очередь приведет к ограничению размеров подкомандных территорий, где возможно самотечное орошение и росту энергозатрат на машинный водоподъем.

Кроме того, реки станут служить коллекторами и качества воды в них ухудшится.

Изложенное ставит перед специалистами: гидрологами, гидротехниками, экологами необходимость скорейшего выбора альтернативных вариантов адаптации секторов водного хозяйства страны к возможному изменению климата.

Литература

1. Основные направления региональной водной стратегии в бассейне Аральского моря – колл. авторов, Алма-Ата-Бишкек-Душанбе-Ашхабад-Ташкент, - 1997 - 67 с.
2. Духовный В.А. Аральский бассейн – реалии и перспективы, Ташкент, 2002 г.
3. Мухаббатов Х.М. Природно-ресурсный потенциал горных регионов Таджикистана. М., Граница, 1999 - 335 с.
4. Вспомогательные материалы для подготовки специалистов высшего и среднего звена в водном хозяйстве Центрально-Азиатских государств. – Том. 1 - Ташкент – 2000 – 299 с.
5. Муртазаев У.И. Испарение с акваторий водохранилищ Таджикистана и его интенсивность // Известия АН Республики Таджикистан, Отделение наук о земле. – 1992 - № 1 - 63-67.
6. Муртазаев У.И. О влияние аридных водохранилищ на микроклимат прилегающей суши (на примере Таджикистана) // Исследование влияния сооружений гидроузлов на ледовый и термический режим рек и окружающую среду. Тез. докл. всес. научно-технич. совещ. Лед-89. Л, ВНИИГ им Ведынцевой, 1989 – с 74 – 75.
7. Чолпанкулов Э.Д., Инченкова О.П. Прогноз развития эколого-мелиоративных условий с учетом возможных изменений климата // Сб. научн. докладов НИЦ МКВК Ташкент, 2000 г.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОГНОЗЫ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА ГОРНЫХ РЕК

Ж.Д. Карамолдоев

Кыргызский Национальный Университет

Все известные методы гидрологических прогнозов, как считают [1], подразделяются на четыре основные группы. Это физико-статистические водно-балансовые методы долгосрочных прогнозов; методы, основанные на приближенных способах расчета неустановившегося движения воды; методы, вытекающие из закономерностей теплообмена в реках и водоемах, происходящих под влиянием гидрометеорологических факторов; статистические методы, основанные на корреляционном анализе и выявлении эмпирических линейных и нелинейных регрессионных зависимостей, используемые в прогнозах стока по данным о запасах воды в русловой сети или о стоке малых рек, определяемые на основе гидрометеорологических измерений. Проведенный анализ существующих методик прогноза минимального стока горных рек показывает, что они в основном базируются на наличии взаимосвязи между рекой и связанными с ней водоносными горизонтами, влиянии предшествующих гидрометеорологических условий на расход реки в рассматриваемое время; наличии накопленной воды из естественных источников на и ниже поверхности почвы для пополнения низкого стока. Комбинированные методы с использованием гидрологических и метеосиноптических процессов используются в основном для предсказания летнего меженного стока. Слабая освещенность гидрометеорологическими наблюдениями области формирования не позволяет применить эту методику для прогноза минимального стока горных рек. Разнообразие физико-географических и гидрогеологических условий, большая пестрота ландшафтов также не дает возможность для использования метода прогноза минимального стока, основанных на графических зависимостях, примененных [5]. Поэтому для прогноза минимального стока горных рек, приуроченного к холодному периоду года, необходимо использовать методы, исходя из генетических особенностей и учета гидрогеологических характеристик.

В районах с длительной и устойчивой меженью (более 60 суток), куда относится и территория Кыргызстана, наиболее целесообразной является методика прогноза минимального стока, основанная на использовании закономерности истощения запасов подземных вод.

Анализ гидрографов всех рассматриваемых рек указывает на гладкую форму и равномерное снижение к весенним месяцам. Основное питание реки получают за счет многолетнего и сезонного запасов подземных вод гидрогеологического массива. На реках с незначительным распространением пиковых отложений роль сезонного запаса невелика и сток устойчивого многолетнего питания является основным. Однако, на гидрографах отдельных рек имеются нарушения равномерности снижения стока. Как показал анализ гидрографов рек Кичи-Аксуу и Тамга, нарушения повторяются почти ежегодно в декабре, первую половину января. Это по-видимому происходит за счет очагов скопления подземных вод в естественных подземных водохранилищах, имеющих в водосборах этих рек, которые по мере опорожнения создают неравномерность сработки воды вплоть до ее временных повышений. При этом, по данным метеостанций Чолпон-Ата и Тамга, расположенных ниже створов этих рек, в эти месяцы за многолетний период наблюдений, отмечаются отрицательные температуры, а даты перехода температуры воздуха через 0° приходятся на вторую половину ноября. Осадки выпадают в твердом виде. Редко возникающие оттепели происходят на высотах 1600-1800 м, то есть в самых нижних частях водосборов. Таким образом, нарушения спада гидрографов могут быть только за счет геоморфологических и гидрогеологических особенностей указанных водосборов, имеющих внутригорные впадины и заполненные рыхлыми отложениями, хорошо задернованными, выступающими как регуляторы стока.

Влияние сентябрьского стока на минимальные расходы воды несколько выше, чем августовского, из-за уменьшения влияния ледникового, снегового и дождевого стоков. Доля подземного стока так же не велика по отношению к поверхностному. Для всех рек как правило начиная с сентября вклад в формирование минимального стока увеличивается, но в зависимости от физико-географических, гидрогеологических условий и высоты водосборов различный. Следует отметить, что на прогностическую зависимость оказывает влияние октябрьский сток для рек с южной экспозицией и высотой водосборов ниже 2800 м.

В октябре, у рек, область формирования стока которых находится выше 4000 м, характеризуется отрицательными температурами по исследованиям [3] поверхностный сток прекращается и переходит на подземное питание. Наряду с этим, на подземное питание переходят реки засушливых областей, высота которых менее 3500 м. Слабая увлажненность не способствует влагонакоплению поровых подземных вод и по данным [2] характеризуются отсутствием стока, а питание рек происходит за счет устойчивых подземных вод.

Полученные результаты прогноза декабря показывают, что для 70% прогнозируемых рек оптимальным является принятие значений октября. Для рек Джергалан, Ойтал учет четырех предыдущих месяцев несколько улучшает качество прогноза. Это, по-видимому, связано с отсутствием оледенения и низкими водосборами. Формирование подземных вод происходит за счет просачивания осадков и талых снеговых вод в широко распространенные моренные отложения в водосборах этих рек. У реки Кичи-Аксуу при высоте 3010 м и меньшей увлажненности, при небольшом оледенении учет значений трех месяцев, по-видимому, связан с наличием в водосборе внутригорной впадины Кырчын, заполненной мощным до 200 м аллювиальными отложениями и продуктами сноса с окружающих хребтов. Поверхность характеризуется мягкими формами, хорошо задернована, что позволяет накоплению подземных вод для последующей разгрузки в период минимального стока. Учет четырех месяцев улучшает прогноз декабря для реки Торуайгыр, что на наш взгляд связано, с низкими высотами (2580 м), южной экспозицией, крайне засушливым климатом и отсутствием оледенения. Широкое распространение палеоген-неогеновых отложений (водоупорных), в средних и нижних частях водосборов формирующих поверхностный сток, способствует переходу реки уже в августе на устойчивое подземное питание. Несмотря на высокий водосбор у р. Суек (3240 м), расположенной в одном из засушливых районов и имеющей широтное направление течения, где преобладают склоны южных экспозиций, учет 4-х месяцев также дает положительные результаты при прогнозе декабря стока.

У 75% рек для прогноза января оптимальным оказалось принятие значений декабря. Для 7 рек наилучшим оказался учет 2-х, иногда 3-4-х месяцев. Учет четырех месяцев несколько улучшает прогноз реки Джергалан. Водосбор низкий (2800 м), широко представлены естественные регуляторы, способствующие накоплению подземных вод порового типа. Для р. Чон-Аксуу оптимальным оказался учет 3-х месяцев. При большой высоте (3410 м) поверхностный сток в верхних частях затухает. Питание, начиная с сентября происходит преимущественно за счет широко представленных древних ледниковых образований в виде морен, террас. Учет ноября и октября влияет на прогноз января у рек Кичи-Аксу и Чон-Урюкты, характеризующихся низкими водосборами и наличием естественных регуляторов, отражающих на гидрографе плановой кривой истощения. Регулирующее воздействие внутри горных впадин четко прослеживается на реке Тон (3350 м). Формирующийся сток с окружающих хребтов в октябре и ноябре просачивается и аккумулируется в мощных до 200 м четвертичных отложениях, что оказывает значительное влияние на прогноз января. Анализ показывает, что при генетически однородном стоке учет значений декабря, улучшает прогноз января. Для рек с положительным прогнозом марта, оптимальным в уравнении регрессии так же оказался учет данного месяца т.е. ноября. Учет большего числа месяцев несколько улучшает прогноз стока марта у рек Чон-Аксуу, Тюп и Ойтал.

Анализ результатов прогноза месячного стока с декабря по март с заблаговременностью в один месяц показывает на значительное повышение качества прогноза. Прогноз для декабря по предшествующему ноябрьскому стоку получился для 38 рек, в том числе для 7 рек прогноз улучшается за счет учета 2-4 месяцев. Наличие естественных регуляторов стока в водосборах рек Кичи-Аксуу и Тамга прослеживается при прогнозе декабря стока с учетом трех месяцев. При больших высотах и малом увлажнении совместный учет ноября и октября улучшает прогноз стока рек Каракуджур, Тюп, Чолпон-Ата.

Прогноз январского стока с заблаговременностью в 1 месяц получился для всех рек. Из них для 33 рек наилучшим оказался учет предыдущего месяца. Учет 4-х предыдущих месяцев улучшает качество прогноза реки Чон-Аксуу, что связано с особенностями водосбора, характеристика которых дана выше. Коэффициенты уравнения регрессии декабря стока за счет истощения наиболее динамичных грунтовых вод и перехода рек на устойчивое подземное питание оказывают преобладающее воздействие. Несмотря на высокие водосборы (3260-3520 м) реки Каракол, Джууку, Чон-Койсуу Иссык-Кульского и Аламедин Чуйского бассейнов, большое влияние оказывают коэффициенты декабря и связано с тем, что они находятся в областях наибольших поднятий и дробления склонов диагональными и продольными сбросами хребтов Тескей, Кунгей Ала-Тоо и Кыргызского. Преобладающим является глубокорасчлененный рельеф со следами древнего оледенения. Сложность геологического и

геоморфологического строения определяет разнохарактерность условий трансформации влаги зонами тектонического дробления и большого количества коллювиального материала. Прогноз февральского стока получился у 37 рек с учетом $K=1$, при учете трех месяцев несколько улучшается прогноз стока реки Чон-Кемин, расположенной в наиболее увлажненной, восточной части Чуйской долины. В водосборе широко распространены покровные отложения, по данным [4] морены распространяются на протяжении до 70 км от истоков, при общей длине водосбора 93 км. Эти отложения, при достаточном увлажнении, являются накопителями подземных вод, питающих реку. В сентябре поверхностный сток затухает и при широком распространении обнаженных скальных пород, начиная с сентября, река переходит на устойчивое подземное питание, выражающееся на гидрографе плавным спадом. Значения α близки к «0».

Прогноз марта получился у 33 рек. Неудовлетворительный прогноз отдельных рек связан, прежде всего, с неустойчивостью стока марта. В целом, увеличение качества прогноза марта происходит у рек Кегетти, Аламедин, Ойтал. Питание этих рек, начиная с ноября, происходит за счет подземных вод трещинно-жильного типа. Более динамичные грунтовые воды, представленные в покровных отложениях, получили здесь слабое развитие. Эти реки расположены в районах с достаточным увлажнением, что способствует накоплению подземных вод трещинно-жильного типа в широко распространенных породах палеозоя.

Анализ показывает, что не прогнозируется сток марта у рек с низкими водосборами и южной экспозицией. Несмотря на то, что река Торуйагыр имеет низкий водосбор и южную экспозицию, прогнозируется сток марта и апреля. По-видимому, это связано с расположением водосбора в наиболее засушливой части территории и орографической тени влагонесущим воздушным массам. Среднегодовое количество осадков по данным метеостанции Балыкчи, расположенной в этом районе, составляет около 150 мм, из которых более половины приходится на весенне-летнее время. Для средних и нижних частей водосбора характерно отсутствие устойчивого снежного покрова, который при весенних оттепелях мог бы нарушить плавную форму гидрографа. Своеобразные геолого-геоморфологические условия препятствует накоплению снежного покрова, так как в средних и нижних частях водосбора распространены палеоген-неогеновые отложения, представленные плотными глинами, формирующими преимущественно поверхностный сток. Это показывает, что при сочетании вышеуказанных условий, прогнозируется сток марта и апреля также и для рек с низкими водосборами и южной экспозицией.

Литература

1. Попов Е.Г., Дементьев Н.Ф. // Водные ресурсы. – 1987. - № 6. – С.86-96.
2. Григоренко П.Г. Подземные воды бассейна реки Чу и перспективы их использования. - Фрунзе: Илим. 1979. - 188 с.
3. Диких А.Н. Исследование режима оледенения, ледовых ресурсов и ледникового стока горной системы Тянь-Шаня. Диссертация в виде научного доклада на соиск. ученой степени доктора географических наук. М. 1998. 32с.
4. Качаганов Ш. Древнее оледенение бассейна р.Чон-Ак-Су // Динамика и режим современного и древнего оледенения. – Фрунзе. 1977. – С.62-76.
5. Карамолдоев Ж.Ж. Христофоров А.В Сток горных рек в маловодный период, его расчеты и прогнозы. Бишкек, Илим, 1994.-149 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Г.Н. Жданов, У.И. Сабиров

***Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства,
Урало-Каспийское бассейновое водное объединение

Интенсификация использования водоземельных ресурсов потребовала совершенствования приемов рационального природопользования и пересмотра принципов их охраны. К исходящим посылкам

решения данной проблемы следует отнести: во-первых, определение условий рационального природопользования с учетом эколого-экономических аспектов; во-вторых, создание количественных методов, позволяющих всесторонне анализировать процессы функционирования природохозяйственного комплекса; в третьих, установление предпочтительных путей дальнейшего развития с учетом позитивных и негативных последствий использования водоземельных ресурсов [1].

Известно, что эколого-экономические системы относятся к системам высшей категории сложности. Задача управления ими сводится к комплексу мероприятий различного характера, разрабатываемых на основе всестороннего изучения конкретных элементов и составляющих эколого-экономических систем [2]. Поэтому для целей рационального природопользования системная сущность исследуемого процесса предопределяет не узко дисциплинарный, в данном случае узковедомственный, а системный подход к его изучению. Опыт решения экологических проблем во многих регионах мира показывает, что лишь на основе комплексной информации о конкретной системе, исследования зависимостей между ее элементами, выработки программы оптимального функционирования и управления поведением возможно эффективное регулирование природно-хозяйственных отношений. Именно в этом заключается один из важнейших принципов рационального природопользования особенно в зонах, отличающихся высокой скоростью энтропийных процессов в окружающей среде.

Для целей оптимизации водохозяйственной деятельности следует четко определить понятие водохозяйственный комплекс (ВХК). Из имеющихся предложений, наиболее определенно данное понятие сформировано следующим образом [3]: «Водохозяйственный комплекс есть совокупность рационального использования водных и сопутствующим им природных ресурсов, оправданного удовлетворения нужд всех водопользователей и осуществление прогрессивных решений, мероприятий, сооружений и устройств». Следовательно, ВХК представляет собой динамическую систему взаимосвязанных природных условий, интересов всех водопользователей, а так же необходимых технических решений, мероприятий.

В этой связи необходимость установления приоритетов цели сохранения природно-хозяйственного комплекса бассейна реки и выявления состава критериев и их количественных значений очевидны. Введение нормативов состояния природных комплексов в бассейнах рек позволит определить порог допустимого воздействия на водные ресурсы.

Если принять этот экологический подход к воде, то предпринимаемые меры по экономии воды во всех отраслях народного хозяйства становятся более понятными. Основными направлениями долгосрочной стратегии управления водными ресурсами речных бассейнов, на наш взгляд, являются:

- пересмотр обоснования приоритетов участников водохозяйственного комплекса;
- введение хозрасчетных отношений в водном хозяйстве;
- широкое внедрение ресурсосберегающих технологий в народном хозяйстве;
- охрана и воспроизводство природных комплексов, снижение непроизводительных потерь воды в поймах и дельтах рек за счет инженерного их обустройства.

Данный подход в организации рационального природопользования, ориентированный на достижение стратегических природно-хозяйственных целей и сохранение окружающей среды, требует принципиально новых методов подготовки и принятия управленческих решений в области использования и охраны водных ресурсов.

В соответствии с системным принципом разработана модель функционирования водохозяйственного комплекса, состоящая из трех подсистем: освоенной – управляемые водные ресурсы, искусственной – хозяйственная система и природной экосистемы – биогеоценоз замыкающих звеньев бассейна (рис. 1).

Экологические последствия по каждой подсистеме носят комплексный характер и в какой-то мере присущи одновременно всем подсистемам, что обязывает рассматривать явление, как в целостности, так и интерпретировать путем детального анализа более мелких компонентов.

Для хозяйственной системы характерными основными признаками являются водохранилище, оросительный канал или трубопровод, насосная станция или регулирующее гидротехническое сооружение. Каждый из элементов или признаков системы обладает элементарным признаком (последствием) воздействия на окружающую среду. Это может быть совокупность признаков или статичный показатель (отчуждение земель, затопление территорий, изменение химизма вод и т.п.). Путем усложнения подсистемы можно снизить функциональные последствия, однако в эколого-экономическом аспекте это повлечет за собой дополнительные затраты (материальные, ресурсные, финансовые), направленные на уменьшение последствий и повышение устойчивости к нарушающим воздействиям. Напри-

мер, путем перехода на закрытые оросительные сети, взамен открытых необлицованных каналов, можно снизить площади земельных отчуждений и ликвидировать подтопление территорий, усовершенствовать технологию орошения.

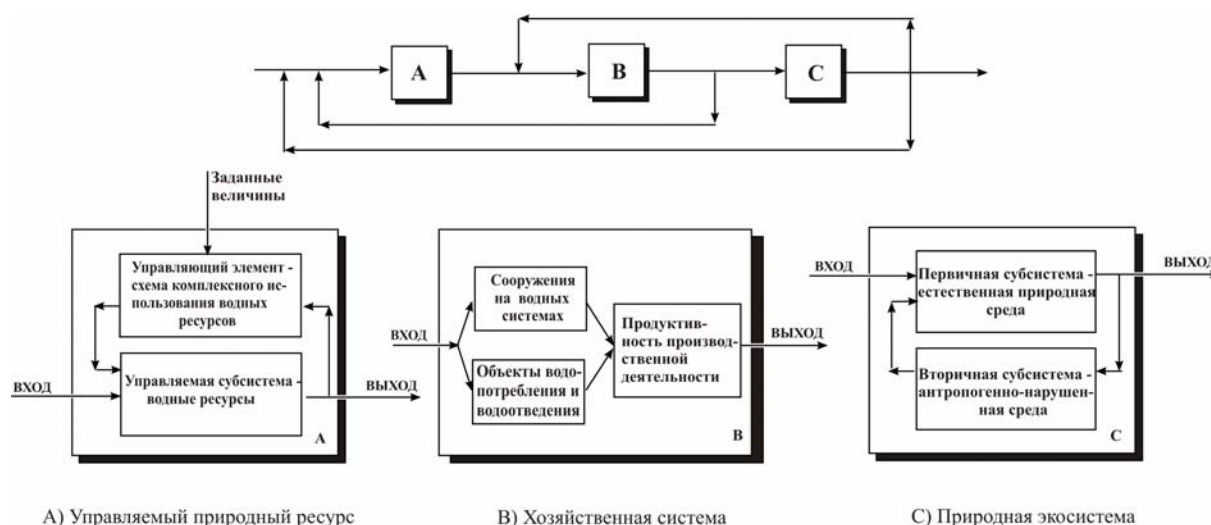


Рис. 1
Блоковая модель функционирования природно-хозяйственного комплекса в речном бассейне

Выделяя только водный фактор, можно рассмотреть подсистему “мелиоративный агробиоценоз” так же управляемой компонентой (вода, удобрения, овеществленный труд и т.п.). Стабильность подсистемы обеспечивается внешними регулируемыми факторами и внутренним управлением, т.е. широкой функциональной подсистемой “агротехника”.

В отличие от приведенных, подсистема “природный биогеоценоз” относится к нетелеологической системе с диффузной регуляцией входящих в нее подсистем. Управляющие механизмы в этой подсистеме рассеяны внутри системы. Экологические последствия в этой подсистеме являются отражением нового состояния равновесия после техногенного воздействия, внутренние управляющие механизмы при стрессовом воздействии извне изменяют структуру и функции биогеоценоза. К примеру, забор воды на цели орошения и уменьшение стока рек приводит к сокращению естественной обводненности территории и ее деградации. Деградация естественных ландшафтов в этом случае является результатом действия внутренних управляющих механизмов в ответ на входное возмущение (уменьшение стока).

Анализ отдельных подсистем показывает, что уменьшение антропогенного воздействия не дает решения проблемы в целом для всей системы. Только преобразовав последовательную линейную структуру экосистемного уровня, по цепочке биогеоценоз - оптимизация функционирования - коррекция можно оптимизировать процессы на системе в целом. Это означает, например, что при составлении плана водопользования величина объема водозабора будет лимитироваться допустимой долей ущемления природного биогеоценоза, и он должен корректироваться с учетом этой доли. С эколого-экономической точки зрения это означает, что нельзя максимизировать экономические функции хозяйственной системы одновременно с максимизацией социальных и экологических аспектов. Поскольку невозможно оптимизировать противоположные тенденции в одно и то же время, в одном и том же месте, решение следует искать в установлении оптимального диапазона поддерживающей способности среды и максимального роста экономической эффективности производства.

В целом, основой системного анализа является расчленение проблемы на отдельные, в какой-то степени независимые подсистемы, для каждой из которых находится максимально возможное количество альтернативных элементов или решений. Требования рационального природопользования при этом неразрывно связаны с принципом его оптимизации. В условиях аридной зоны этот принцип более всего должен выполняться по отношению к водным ресурсам, которые в настоящее время лимитируются во всех сферах хозяйственной деятельности.

Данное положение в полной мере следует отнести и к использованию водных ресурсов в Урало-Каспийском бассейне, которые ограничены как в пространстве, так и во времени. В сложившихся условиях при планировании водопользования следует исходить не только из непосредственных интере-

сов экономики, но в равной мере и из задач рационального природопользования, сохранения устойчивости биогеоценозов и санитарно-гигиенической обстановки. Поэтому чрезвычайно важно правильно оценить водные ресурсы, учесть и удовлетворить потребности в воде природного комплекса. При этом должны быть предусмотрены оптимальные условия для пропорционального и наиболее эффективного развития всех отраслей экономики [4].

К основным поверхностным водным источникам бассейна относятся реки Урал, Уил, Эмба, Сагиз, Илек, Б. и М. Узени. В регионе имеются 67 малых рек и водотоков, расположенных на территории Актюбинской и Западно-Казахстанской областей.

Водные ресурсы в среднем за многолетний период составляют 8,44 км³/год. Основной объем стока формируется в верхней части бассейна р. Урал на территории Российской Федерации (табл. 1). Колебание годового стока довольно синхронно, исключительно многоводные и маловодные периоды охватывают, как правило, зону его формирования.

Таблица 1
Водные ресурсы Урало-Каспийского бассейна, км³

Годы	Всего по бассейну	Река Урал			Река Уил	Реки Б. и М. Узени	Река Эмба	Другие малые реки
		всего	в том числе					
			сформированные в РФ	сформированные в Казахстане				
1996	8,12	7,18	5,29	1,89	0,26	0,13	0,39	0,16
1997	7,01	5,92	4,32	1,60	0,16	0,25	0,46	0,22
1998	11,62	10,32	7,54	2,78	0,38	0,21	0,53	0,18
1999	9,84	8,83	6,43	2,40	0,27	0,23	0,35	0,16
2000	12,96	12,20	9,46	2,74	0,17	0,25	0,23	0,11
2001	9,99	9,24	7,36	1,88	0,21	0,21	0,24	0,09

Следует отметить, что возникающие трудности с водообеспечением в регионе вызваны не только большими потребностями в воде, но и изменяющимися условиями формирования поверхностного стока. Материалы гидрометрических наблюдений свидетельствуют о том, что режим колебания водности на малых реках в последние двадцать лет стал заметно меняться, иначе говоря, стал утрачивать черты стационарно протекающего процесса. Связано это с активизацией хозяйственной деятельности в пределах водосборов и непосредственно в руслах рек. Антропогенные факторы способствовали преобразованию гидрографической сети на обширных пространствах, нарушению естественного режима водотоков и условий разгрузки подземных вод, изменению экологического состояния водных объектов.

В целом по Урало-Каспийскому бассейну забор воды из поверхностных водных источников оценивается в размере 3740-1270 млн. м³. Характерной особенностью динамики водопотребления является устойчивое его снижение, как в промышленности, так и в сельском хозяйстве (табл. 2).

Таблица 2
Оценка водопользования в Урало-Каспийском бассейне, млн, м³

Показатели	Годы				
	1997	1998	1999	2000	2001
Водные ресурсы	7010	11620	9840	12960	9990
Забор воды из поверхностных водотоков из них:	2600	2000	1510	1880	1270
промышленностью	1140	840	710	660	670
сельским хозяйством	1170	950	570	990	600
Использование свежей воды из них:	2160	1720	1260	1410	1200
промышленностью	1040	680	630	600	600
сельским хозяйством	860	740	420	630	410
Водоотведение в водные объекты из них:	1060	740	650	610	610
промышленностью	1000	680	630	600	600

Ретроспективная оценка использования сельскохозяйственным сектором водоземельных ресурсов показала, что объем водозабора составляет 590,8 млн. м³. При этом наибольший объем забора воды

осуществляется из р. Урал - 64 % от общего. На долю р. Уил приходится 12,5 % общего водозабора, Б. и М. Узени - 10 %, р. Эмба - 5,6 %. На долю малых рек и водотоков приходится около 8 % общего водозабора (табл. 3).

Таблица 3

Использование поверхностных водных ресурсов сельскохозяйствен- ным сектором, млн. м³

Наименование	Годы	Всего		В том числе лиманное ороше- ние и залив сенокосов	
		забрано	использовано	забрано	использовано
р. Урал	1997	648,12	363,08	344,92	193,78
	1998	543,51	351,34	475,19	306,81
	1999	440,28	292,14	329,78	214,43
	2000	707,21	425,10	503,89	285,02
	2001	392,47	236,77	211,86	121,16
р. Уил	1997	165,94	165,35	160,90	160,90
	1998	168,04	167,49	163,47	163,47
	1999	65,33	64,88	60,57	60,57
	2000	69,10	68,68	64,47	64,47
	2001	66,91	66,50	62,37	62,37
Б. и М. Узени	1997	147,44	131,44	140,90	124,90
	1998	73,73	62,73	73,73	62,73
	1999	16,34	15,10	15,05	14,00
	2000	119,93	69,60	117,00	67,90
	2001	64,83	56,56	64,83	56,56
р. Эмба	1997	109,89	108,57	102,00	102,0
	1998	94,03	93,46	90,00	90,00
	1999	6,91	6,29	1,50	1,50
	2000	18,89	18,25	13,50	13,50
	2001	11,07	10,47	6,00	6,00
Другие малые водотоки	1997	104,65	94,60	89,66	81,26
	1998	64,80	60,74	50,77	47,77
	1999	41,87	39,49	29,00	27,90
	2000	70,19	46,44	53,78	31,17
	2001	55,51	40,08	48,51	33,96
Итого по бассейну	1997	1176,04	863,04	838,38	662,84
	1998	944,11	735,76	853,16	670,78
	1999	570,73	417,90	435,90	318,40
	2000	985,32	628,07	752,64	462,06
	2001	590,79	410,38	393,57	280,05

Следует отметить, что в сельскохозяйственном производстве наблюдаются большие непроизводительные потери воды. Так в 1997 году продуктивно использовалось 73,4 % забранной воды, а в последние годы использование воды снизилось до 63-66 %. Это связано со снижением технического уровня оросительно-обводнительных систем. Анализ технического состояния этих систем показывает, что здесь необходимо выполнить большой объем по их реконструкции.

Проблемы рационального использования земли и воды зависят не только от технического состояния оросительно-обводнительных систем, но и от качества природопользования. Суть этих проблем для рассматриваемого региона заключается в том, что техногенное загрязнение и истощение водных ресурсов требуют осуществления очень широкого комплекса мер, как в технико-экономическом, так и организационном плане.

Поскольку оптимизация водопользования является составляющей как природной, так и хозяйственной деятельности, цель ее может быть интерпретирована как оптимальное удовлетворение потребностей водопользования и обеспечение экологического благополучия водных объектов в соответствии с установленными нормативами и экологическими ограничениями. Конкретизация цели происходит в результате нормирования качества воды для основных видов водопользования, установления экологических ограничений, минимально допустимого расхода воды, определения оптимальной структуры и режимов водопользования.

В контексте сказанного загрязнение водных объектов можно рассматривать двояко: как процесс и как состояние. В первом случае под загрязнением понимается насыщение водных масс такими веществами и в таких количествах или сочетаниях, которые ухудшают качество воды и вызывают различные неблагоприятные последствия. Применительно ко второму аспекту загрязнение понимается как приобретение водным объектом такого состояния, при котором объект считается загрязненным в соответствии с принятыми нормами.

Прямое влияние на качественный состав поверхностных вод оказывает антропогенная деятельность, создающая нарастание объемов загрязненных сточных вод в поверхностные водоисточники. Анализ материалов по качеству воды р. Урал, основной водной артерии Западно-Казахстанского региона, показывает, что основное загрязнение водных ресурсов вносит промышленный сектор экономики. В р. Урал основная масса загрязняющих веществ поступает с поверхностным стоком малых рек Оренбургской области, а так же в пределах Актюбинской области через сбросы в р. Илек.

Характерными загрязнителями р. Илек являются хром шестивалентный с кратностью превышения в 14,0 ПДК, фенолы – 4,0 ПДК, бор – 21,8 ПДК, азот нитритный – 1,4 ПДК. Качество воды в реке отнесено к 5 классу – грязная. Значительному загрязнению подвергаются и малые реки, так р. Чаган загрязнена азотом нитритным – 3,9 ПДК, фенолами – 2,0 ПДК, сульфатами – 1,3 ПДК, БПК₅ превышает ПДК в 1,8 раза. Вода в реке отнесена к 3 классу – умеренно загрязненная.

Река Урал, обладая достаточной самоочищающей способностью, так же подвержена антропогенному загрязнению. Хотя по качеству воды она отнесена ко 2 классу – чистая, в ней в 2,4...3,8 раза превышает ПДК азот нитритный и 2,0 ПДК - фенолы.

Значительная экологическая проблема бассейна возникает в связи с интенсивным освоением месторождений прикаспийского нефтегазового региона, находящегося в охранной зоне Каспийского моря.

Из сказанного следует, что загрязнение водных и земельных ресурсов, их истощение являются основными факторами, дестабилизирующими природно-хозяйственную обстановку в речном бассейне. В целях исключения развития негативных процессов и обеспечения рационального использования водоземельных ресурсов в рассматриваемом регионе назрела необходимость реализации следующих мероприятий:

- дать объективную оценку технического состояния оросительно-обводнительных систем в бассейнах рек и наметить эффективные пути осуществления работ по их комплексной реконструкции;
- оценить уровень продуктивности использования водоземельных ресурсов и разработать критерии их эколого-экономической оптимизации;
- установить систему количественных показателей, характеризующих технический уровень оросительно-обводнительных систем и характер их воздействия на природную среду;
- оценить влияние оросительно-обводнительных систем на функционирование природно-хозяйственного комплекса и наметить пути формирования оптимальных агроэкологических условий и уменьшения антропогенной нагрузки.

Постановка и решение проблемы в таком аспекте является основным принципом в деле создания эффективной системы контроля использования водоземельных ресурсов, дает возможность обоснования системы критериев, при помощи которых можно будет получать количественную оценку оптимальных значений эколого-технических показателей.

Литература

1. Коптюг В.А. Экология: от обеспеченности к действенной политике. Ж-л «Коммунист», №7, 1988.
2. Балацкий О.Ф. и др. Экономика и качество окружающей природной среды, Л., Гидрометиздат, 1984.
3. Сыроежин М.И. Обоснование водохозяйственных комплексов. Л., Изд. «Энергия», 1974.
4. Мухамеджанов В.Н. Экономическое моделирование в орошаемой земледелии. Тараз, ИЦ «Аква», 2000.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ АРАЛЬСКОГО БАССЕЙНА

В.Н. Мухамеджанов, Р.Н. Баранов

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства

Проблема Аральского моря уже долгие годы находится в центре внимания научной общественности. Хотя в последнее время дискуссии по вопросу сохранения Арала в какой-то мере утратили свою остроту, но экологический и социальный интерес к проблемам Аральского региона сохраняется.

Еще совсем недавно Арал был уникальным природным объектом, обладавшим высокой биологической продуктивностью. Озеро имело важное рыбохозяйственное, транспортное и рекреационное значение и имело значительное влияние на формирование оптимального микроклимата в границах прилегающей территории. В Приаралье проживало более трех миллионов человек.

Расположенное в зоне континентального климата и окруженное пустынями Аральское море было своеобразным оазисом, оказывающим благоприятное влияние на развитие всего природно-хозяйственного комплекса бассейна. За последние 25...30 лет под воздействием антропогенного фактора уровень моря катастрофически упал, что повлекло за собой целый ряд негативных последствий (климат региона стал более жестким, регион в значительной мере потерял свое хозяйственное значение, что предопределило нарастание здесь демографических, социально-экономических и экологических проблем).

Располагаемые водные ресурсы Аральского бассейна формируются главным образом за счет двух основных рек Среднеазиатского региона – Амударьи и Сырдарьи; при этом среднемноголетний сток рек бассейна Сырдарьи составляет 37,2 км³ и соответственно Амударьи - 79,4 км³. Использование этих ресурсов в части поверхностного стока для условий бассейна Сырдарьи характеризуется данными таблицы 1.

Таблица 1
Водные ресурсы бассейна Сырдарьи и их использование, км³

Использование водных ресурсов	1960	1970	1980	1990	1995	1999	2000
Водные ресурсы бассейна Сырдарьи, всего	28,550	49,282	60,345	65,151	60,700	59,568	56,561
Используется Казахстаном	9,495	12,275	12,830	10,136	10,100	7,959	7,561
Тоже в доленом отношении, %	33,3	24,9	21,3	15,6	16,6	13,4	13,4

По условиям формирования и распределения поверхностного стока территорию Аральского бассейна можно разделить на три основных зоны: зона формирования стока, зона транзита и использования стока, дельтовая часть бассейна. В зоне формирования речного стока существенные антропогенные изменения связаны с его перераспределением. Здесь сток в значительной мере трансформирован, но качество воды, как правило, на уровне необходимых требований. В зоне транзита и использования стока гидрологический режим рек отличается от естественных условий и подчинен антропогенному фактору. Здесь изменяется гидрологический и гидрохимический режим стока, ухудшается качество воды, что обусловлено взаимодействием между экосистемой речных бассейнов и различными структурами природно-хозяйственного комплекса (ПХК). Эти взаимодействия характеризуются с одной стороны объемами водозабора из поверхностных водоисточников на нужды орошаемого земледелия, с другой – сбросом возвратных вод, несущих в себе различные химические ингредиенты - загрязнители. В силу повышенной минерализации этих вод они являются главным источником загрязнения и истощения водных ресурсов и окружающей природной среды. [1].

В связи с зарегулированием и трансформацией стока рек Аральского бассейна, изменился их гидрохимический режим, что привело к уменьшению поступления органической части элементов питания – гумуса, азота, валового фосфора. Тип химизма вод трансформировался с гидрокарбонатно-кальциевого на сульфатно-натриевый с повышенным содержанием хлора. Увеличилась токсичность солевого состава речной воды, что в значительной мере повлияло на загрязнение и истощение пойменных земель. [2].

Изменение видового состава растительности и падение продуктивности естественных сенокосов и пастбищ отрицательно сказалось на процессах почвообразования. Ежегодное поступление растительной массы в элементах рельефа сократилось в 5-10 раз, что уменьшило гумусообразование и ухудшило физико-химические свойства почв. С изменением химического состава растительного покрова, в золе фитомассы вместо кремния и кальция стали преобладать натрий и магний, которые с ионами хлора образуют токсичные соли и способствуют осолонцеванию почв. С изменением гидрохимического режима реки наибольший уровень загрязнения и истощения коснулся оросительных и грунтовых вод, что повлияло на ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель.

Основная причина Аральского кризиса заключается в несоответствии темпов развития природно-хозяйственного комплекса региона возможностям ассимиляции экосистем речных бассейнов, что, прежде всего, связано с непомерным расширением в регионе площади орошаемых земель в период 1970...1980 гг. Все это обусловило острый дефицит воды и развитие процесса деградации экосистем, в связи с чем исчезло более 200 видов флоры и фауны, на громадных площадях региона произошло опустынивание земель, сопровождавшееся падением их продуктивности.

Резкое ухудшение условий жизни людей привело к росту заболеваемости, т.к. проблема здоровья населения в зоне Приаралья теснейшим образом связана с комплексом экологических, социальных и хозяйственных причин. Например, по состоянию на 2001 год общее число заболеваний на 1000 человек сельского населения Кызылординской области составило 192 случая среди соответствующей категории населения. При этом, необходимо отметить, что социально-экономические условия жизни населения в зоне Приаралья и в прежние времена характеризовались определенными трудностями, а резкое ухудшение экологической ситуации в последние годы еще более усугубило социальное положение людей. Здесь значительно снизились темпы прироста населения, усилилась миграция. Трудовая занятость упала до 50 %. По сравнению с нормой, уровень потребления основных продуктов питания значительно ниже, чем в экономически развитых регионах республики [3].

Разрушение среды обитания экосистемной части бассейна причинило значительный вред развитию определенной части флоры и фауны. Здесь ранее обитали ондатра, дикий кабан, олень, множество видов птиц. Охотничий промысел в Приаралье в настоящее время практически свернут. Интенсивная хозяйственная деятельность в условиях резкого снижения обводненности территорий вызвала значительную деградацию и истощение растительных ресурсов. Индикатором этих процессов являются: ухудшение ботанического состава, появление сорных и ядовитых видов растительности, уменьшение фитомассы и снижение качества пастбищных кормов. С зарегулированием стока Сырдарьи и прекращением паводковых разливов произошло замещение тростниковых зарослей, являющихся ценными кормовыми угодьями, малопродуктивным разнотравьем. Луговые сообщества и тугайные леса подверглись деградации в наибольшей степени. В результате обсыхания озер и речных проток произошло изменение растительного покрова в сторону голофтизации с одновременной утратой количества и качества биомассы. Существенно сократились площади тугайных лесов, сенокосов.

Ещё в начале шестидесятых годов в Аральском море обитало 24 вида рыб, из них более половины являлись промысловыми (сазан, вобла, судак, усач, жерех, чехонь и др.). Изменение условий среды обитания привело к тому, что уже в восьмидесятых годах Аральское море полностью потеряло свое рыбохозяйственное значение. Сохранившаяся к настоящему времени ихтиофауна Малого моря складывается из двух групп рыб: в первую входят акклиматизированные виды - камбала, бычки, атерина и аральская колюшка, вторую группу составляют пресноводные аральские виды, которые в период естественного уровня режима Аральского моря были основой промысла.

До начала интенсивного развития ирригации в низовья бассейна Сырдарьи поступал сток в объеме 9-10 км³ в год. Природно-хозяйственный комплекс, состоящий из озер, сенокосов, пастбищ, тугайных зарослей, водно-болотных фаций обеспечивал нормальное развитие флоры и фауны придельтовой части бассейна. В настоящее время обводнение дельты резко сократилось, что стало основной причиной её деградации и опустынивания. В период 2000-2001 годы поступление воды снизилось до 4,0-5,0 км³ в год.

В годы с высокой водностью Сырдарьи, в условиях изменения структуры орошаемой пашни (снижение доли хлопчатника и риса в севооборотах), а также увеличения попусков из Токтогульского водохранилища казалось должен был бы расти объем притока воды в низовья, но, к сожалению, по ряду причин этого не произошло, напротив приток воды сюда значительно сократился (табл. 2). Сложившаяся ситуация тем более непонятна, что состояние придельтовой части низовий Сырдарьи является определяющим показателем экологического состояния данного региона. Кроме того, в низовьях бассейна Сырдарьи располагается крупнейший бессточный водоем – Аральское море, водный баланс которого, а значит и экологическое состояние всегда определялись притоком в него вод Амударьи и

Сырдарья. До начала шестидесятых годов приток этих вод характеризовался незначительными колебаниями. Площадь акватории моря равнялась 68,4 тыс. км², наибольшая его длина (с северо-востока на юго-запад) составляла 428,0 км, ширина – 235,0 км. Сезонные колебания уровня воды не превышали 25,0 см. Водный баланс складывался следующим образом: материковый сток – 54,8 км³ испарение – 60,7 км³, атмосферные осадки – 5,9 км³ [4, 5].

Таблица 2
Динамика притока воды в низовья Сырдарьи, км³ [5]

Гидропосты	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Казалинск	9,01	9,90	5,50	6,72	5,68	9,23	7,24	4,83	4,32
Каратерень	-	8,99	4,53	5,60	4,78	7,72	6,03	3,87	3,56

За последние 35...40 лет уровень воды в Аральском море катастрофически упал - с отметки 53,0 м в 1961 году до 36,0 м - в настоящее время. При этом площадь акватории уменьшалась с 68,4 до 33,0 тыс. км², а объем воды соответственно с 1064,0 до 404,0 км³ [5]. В 1989 году падение уровня воды привело к расчленению акватории моря на две части – северную и южную.

В результате отступления моря дно обнажилось на площади 1,8 млн. га с последующей его трансформацией в дефлирующие солончаки. Основные очаги ветровой эрозии располагаются в районе бывшего залива Большой Сарышыганак и в устье Сырдарьи. Суммарный вынос твердой фазы составляет соответственно 1,5 и 5,8 млн. т, из которых 0,7-1,5 % приходится на мелкодисперсные соли (50-70 тыс.т/год). Зона влияния песчано-солевых бурь распространяется на расстояние до 30-50 км от источника выноса [5, 6].

Воды Аральского моря квалифицируются как чрезвычайно грязные. К числу наиболее распространенных загрязняющих веществ здесь относятся нефтепродукты, фенолы, хлорорганические вещества, тяжелые металлы. Наибольший уровень загрязнения Арала приходится на конец восьмидесятых годов, когда среднее содержание фенолов в Большом море было на уровне 80 ПДК, а в устьевой части Сырдарьи до 96 ПДК. В настоящее время сброс в Сырдарью коллекторно-дренажных и возвратных вод обусловил увеличение степени химического и бактериального насыщения воды. Например, в низовьях реки (г/п Казалинск) превышение ПДК составляет: по азоту в 2,5 раза, сульфатам - 7,7, нефтепродуктам - 7,0, железу - 2,0 [5,6].

Все это произошло по причине значительного уменьшения притока речных вод Сырдарьи, что обусловило нарушение сложившегося здесь водно-солевого баланса (стало преобладать испарение над суммой притока и осадков), развитие процессов опустынивания и интенсивного засоления прибрежных районов в зоне Приаралья. В связи с этим возникла проблема уже не сохранения Арала, а хотя бы смягчения отрицательных последствий, вызываемых его усыханием.

В настоящее время различными Международными организациями по ключевым компонентам рассматриваемой проблемы Приаралья осуществляется решение ряда первоочередных научно-технических проблем, в разработке которых активное участие принимает и Казахский НИИ водного хозяйства; это, прежде всего:

- условия повышения технического уровня оросительных систем и критерии оптимизации использования водно-земельных ресурсов;
- пути решения проблем экологического и социально-экономического плана;
- решение проблем планирования вододеления в условиях трансграничного стока;
- пути уменьшения антропогенной нагрузки на природные комплексы (поверхностные водные источники, пойменные земли, флора и фауна низовий и др.).

В рамках технического аспекта проблемы намечается реализация следующих проектов: строительство Кокаральской перемычки, увеличение пропускной способности Сырдарьи и восстановление защитных дамб по длине реки, реконструкция гидротехнических сооружений на протоке Караозек, реконструкция сооружений Шардаринского, Казалинского и Кызылординского гидроузлов [4].

Применительно к сельскохозяйственному производству загрязнение природной среды, истощение её основных ресурсов - земли, воды отрицательно влияют на экономический и социальный аспект развития рассматриваемого региона. Эффект негативного влияния особенно значителен в условиях орошения, т.к. искусственное увлажнение земель при низком техническом уровне оросительных систем формирует соответствующие почвенно-мелиоративные условия, а следовательно, и низкий уровень плодородия пашни.

Реализация обозначенных научно-технических проблем обусловлена тем, что речные бассейны юга Казахстана функционируют в условиях дефицита водных ресурсов, который в значительной мере обусловлен антропогенным воздействием на сокращение речного стока. Водные ресурсы, их качество зачастую лимитируют дальнейшее развитие промышленности, сельского хозяйства и других отраслей.

В то же время юг Казахстана обладает определенным потенциалом ускоренного развития производительных сил на базе имеющихся минерально-сырьевых, климатических, земельных, трудовых ресурсов. Объективно возникающий в этих условиях разрыв между потреблением сельскохозяйственного производства в воде и естественной водообеспеченностью территории создает предпосылки для возникновения негативных экологических ситуаций, в ходе которых неизбежны серьезные деформации окружающей среды.

Эколого-экономический подход при оценке функционирования водохозяйственного комплекса вообще, и мелиоративной системы в частности, является основой рационального природопользования, т.к. при этом обеспечивается обоснование основных видов воздействия мелиоративной системы и надежность ее эколого-технических структур, что позволяет использовать природные ресурсы (земля, вода и др.) не допуская их истощения и загрязнения. Сказанное хорошо иллюстрируется данными анализа воздействия основных структур мелиоративной системы на природную среду и оценкой смягчения воздействия антропогенных факторов в системе агроландшафта речного бассейна (табл. 3).

Водохозяйственная система, как природно-технический комплекс с особым видом природопользования, может удовлетворять требованиям природно-антропогенного равновесия и надежности в рамках самой экосистемы, если её функционирование удовлетворяет следующим условиям: качество воды, подаваемой на орошение, должно быть на уровне соответствующих требований, нарушение устойчивости естественного ландшафта под воздействием техногенной части мелиоративной системы не допускается, используемая технология, способы и техника полива соответствует впитывающей способности почвы и не допускают эрозии, разрушения её агрегатного и микроагрегатного состава, дренаж должен обеспечивать необходимый режим уровня грунтовых вод, и создавать оптимальные мелиоративные условия на системах орошения.

Выполнение совокупности перечисленных требований в сочетании с агротехникой и соответствующими технологиями сельскохозяйственного производства является необходимым условием обеспечения рационального природопользования и устойчивого функционирования экосистем речного бассейна. Необходимо подчеркнуть, что выполнение вышеперечисленных требований является необходимым, но недостаточным условием обеспечения экологической устойчивости современных агроландшафтов. Большое значение имеет также агроэкология современных систем земледелия, в т.ч. и агротехники возделывания сельскохозяйственных культур в части почвозащитных технологий обработки почв, пересмотр сложившихся норм и условий применения минеральных удобрений и ядохимикатов.

Аральский кризис в значительной мере обусловлен несовершенством развития водохозяйственных структур региона. Ошибочная стратегия размещения и формирования инфраструктуры хозяйств, ориентированная на водоемкие производства, привели к чрезмерному потреблению воды. Интенсивное развитие орошения резко усилило процессы засоления земель, что обусловило истощение и загрязнение природных ресурсов на значительных площадях региона.

В целях стабилизации экологической ситуации в бассейне Аральского моря уже в ближайшие годы необходимо провести широкий комплекс природоохранных мероприятий; это, прежде всего:

- разработка технико-экономического обоснования, - в рамках трансграничного планирования мероприятий, - по обеспечению стабильного притока воды в Арал;
- создание межгосударственных структур для обеспечения функционирования экологического мониторинга в бассейнах рек Аральского региона;
- разработка эффективных технологий использования природных ресурсов Аральского моря - земли, воды, флоры, фауны. Создание региональных заказников и заповедников в пойменной части рек Аральского бассейна;
- обеспечение планового ведения работ по сохранению придельтовой части бассейна (борьба с засолением земель, опустыниванием естественных пастбищ и сенокосов, мероприятия по предупреждению развития дефляции).

Таблица 3

Основные виды воздействия мелиоративной системы на природно-хозяйственный комплекс [6]

Объект воздействия	Воздействующий элемент	Загрязняемый фактор	Основные воздействия	Вторичные воздействия	Смягчающие мероприятия	Мониторинг
Земельные ресурсы	Система орошения	Используемые земли	Регулярное орошение, переход залежных земель к интенсивному использованию, вынос питательных веществ из почвы, заболачивание естественных понижений	Влияние на биологические ресурсы, снижение плодородия, вторичное засоление	Технически грамотная эксплуатация системы орошения, внесение удобрений	Контроль за содержанием солей в почве, химическим составом почвогрунтов. Контроль за уровнем продуктивности орошаемых земель.
	Техника поверхностного полива	Качество земли в условиях полива	Ирригационная эрозия почв, недолив полевых участков поля	Усиление пестроты почвенного покрова по плодородию	Применение укороченных временных оросителей и полевых борозд (полос)	Наблюдение за почвой и растительным покровом
	Гидросооружения, дороги, лесополосы	Используемые земли	Режим орошения, повышение культуры земледелия	Повышение продуктивности пашни	Не требуется	Не требуется
Водные ресурсы	Забор воды на орошение из водоисточника	Бассейн реки и ее низовья	Некоторое сокращение притока воды в низовья	Экологические проблемы низовий бассейна реки	Технически грамотная эксплуатация оросительной системы.	Контроль за соблюдением рационального использования водных ресурсов
	Система орошения	Грунтовые воды	Полъем уровня грунтовых вод, заболачивание земель	Вторичное засоление земель	Технически грамотная эксплуатация оросительной системы, высокие значения КПД	Контроль за уровнем грунтовых вод и их химическим составом
Биологические ресурсы	Орошение и интенсификация земледелия	Природная среда обитания	Потеря среды обитания или ее сокращение	Сокращение популяции птиц и млекопитающих	Нет мер по смягчению	Не требуется
	Применение минеральных удобрений и пестицидов	Флора и фауна	Снижение воспроизводства	Уменьшение популяции	Смягчению не поддается	Контроль за соблюдением норм внесения удобрений и пестицидов
Социально-экономические ресурсы	Интенсивное орошаемое земледелие	Содержание химических веществ в продуктах земледелия	Ухудшение здоровья потребителей сельскохозяйственной продукции	Снижение средней продолжительности жизни	Строгое соблюдение агротехнических норм внесения удобрений и пестицидов	Контроль за содержанием химических элементов в растениях

Структура и содержание обозначенных мероприятий могут быть шире и глубже. Необходимо только иметь ввиду, что сохранение Арала в виде единого водоема в значительной мере сейчас проблематично, но стабилизировать процессы истощения и загрязнения природных ресурсов региона вполне возможно.

Литература

1. Кипшакбаев Н.К., Соколов В.И. Водные ресурсы бассейна Аральского моря – формирование, распределение, водопользование. В кн. «Водные ресурсы Центральной Азии» (Сб. докл. на Пленарном заседании МКВК 20...23 февраля, 2002 г.), «Атакент - ЭКСПО», Алматы, 2002. –С. 64...73
2. Духовный В.А. Региональные перспективы совместного управления водными ресурсами и обеспечения продовольствием. Доклад на международном семинаре «Вода для производства продовольствия и развития сельского хозяйства». Тошкент, 17...20 августа, 1999 г.
3. Мониторинг развития аула (села). Статистический сборник. Алматы. Агентство по статистике, 2002, 184 с.
4. Оценка национальной инфраструктуры и управления водным хозяйством бассейна Аральского моря. Проект GEF. Отчет №5, Алматы, 2001, 196 с.
5. Годовые отчеты Арало–Сырдарьинского бассейнового водохозяйственного управления за 1998...2001 гг., Кызылорда, 1999...2002.
6. Разработать систему показателей оценки истощения и загрязнения природных ресурсов бассейна Сырдарья. Отчет. Номер государственной регистрации 0101 РК 00415, КазНИИВХ, Тараз, 2002, - 98 с.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРИАРАЛЬЕ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

Р.И. Вагапов, И.А. Попова, Т.Д. Мухамедьянов

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства

Падение уровня Арала привело к негативным изменениям самого моря и окружающей среды в Приаралье: сокращена его акватория и биота, понижен уровень грунтовых вод до 3-4,5 м в полосе 100-120 км от современного уреза воды; опустынена дельта и прибрежные территории; изменяется климат; усилены дефляционные процессы обсохшего дна моря, что приводит к переносу солевой пыли на территорию Приаралья, изменен природный комплекс в зоне влияния моря.[1, 2]

Эти природные процессы связаны с уменьшением влажности почвы, что влияет на перераспределение элементов теплового баланса между собой за счет изменения альбедо, теплопотока в почву и испарения. Это вызывает повышение температуры и понижение влажности воздуха в течение года и особенно в летний период.

Усыхание Аральского моря влияет на температурный режим и режим увлажнения в прибрежной полосе шириной от 50 до 100 км на севере, востоке и западе и от 200 до 300 км на юге и юго-западе.

С изменением температурного режима Приаралья, изменились годовые осадки и их внутригодовое распределение атмосферных осадков.

Для оценки изменения климатических характеристик в Северном Приаралье были построены графики осредненных по десятилетиям значений температуры, влажности воздуха и осадков по двум станциям Аральское море и Казалинск. (по данным, опубликованным в метеорологических ежегодниках за период 1955-1995 гг.). По этим данным были установлены тренды для этих трех показателей.

Средняя температура воздуха летом повышается с трендом в Аральске на +0,48 °С в 10 лет, в Казалинске на +0,28 °С в 10 лет. Зависимости трендов имеют виды (рис. 1):

для Аральска:

$$t_x = 24,14 + 0,048x, \quad (1)$$

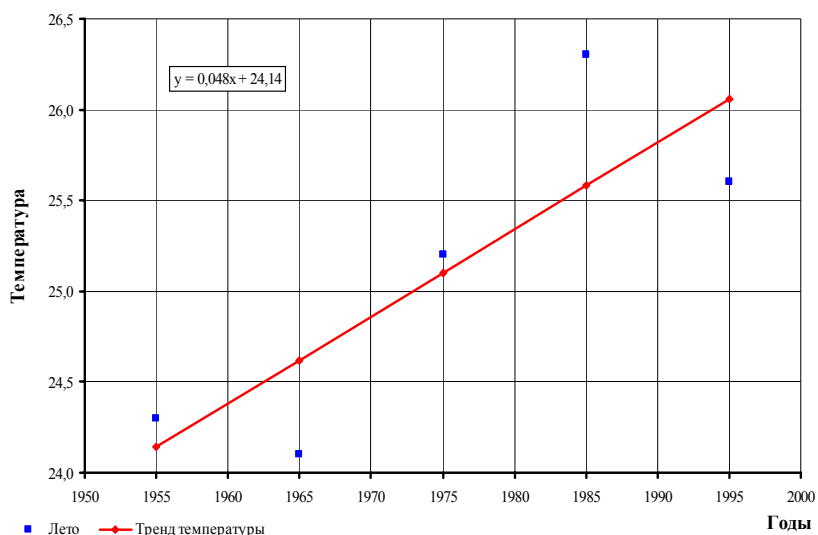
для Казалинска:

$$t_x = 24,58 + 0,028x, \quad (2)$$

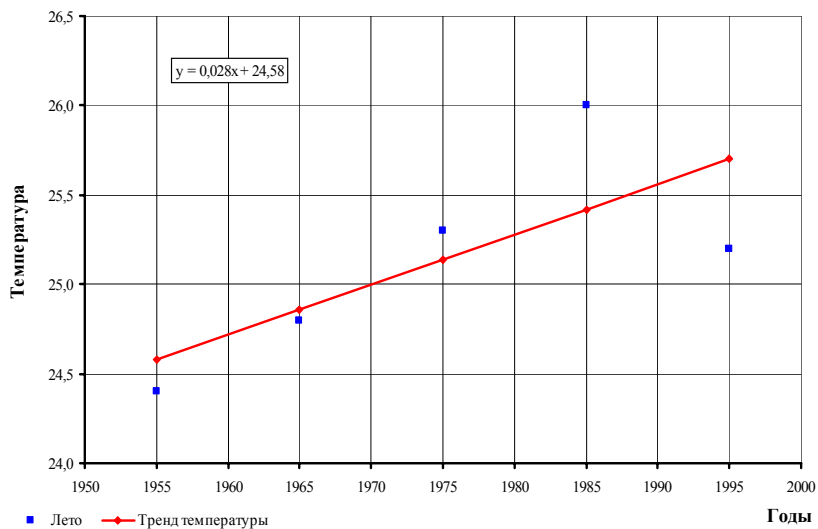
где $x = (x - 1955)$ – годы от средней точки первого десятилетия наблюдений (1955 г.).

Как видно из приведенных зависимостей (1) и (2) влияние Аральского моря по мере удаления от него уменьшается.

Аналогичная обработка данных по относительной влажности (рис. 2) показывает, что в Аральске влажность снижается с 42% до 37%. В дальнейшем темпы снижения влажности должны замедлиться и в 2005 году достигнуть наименьших значений – 36,4%.

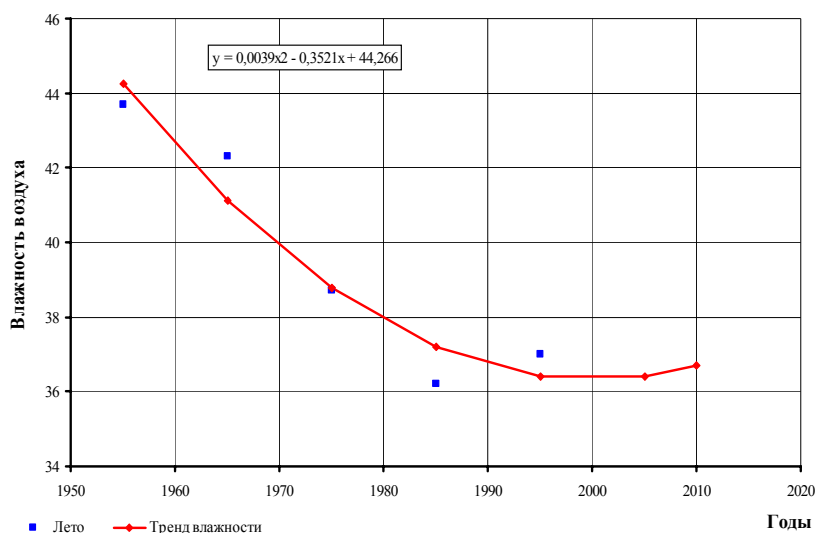


а)

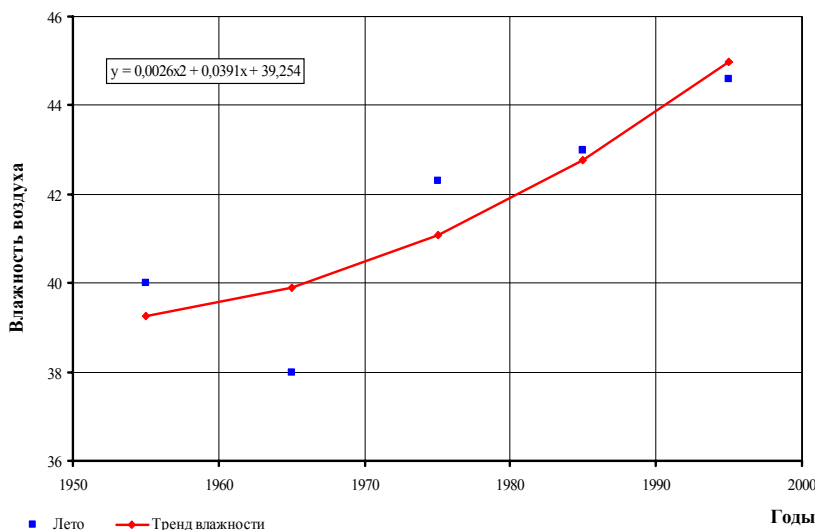


б)

Рисунок 1
Динамика температуры воздуха на мс. Аральское море (а) и на ст. Казалинск (б)



а)



б)

Рисунок 2

Динамика относительной влажности воздуха на мс. Аральское море (а) и на ст. Казалинск (б)

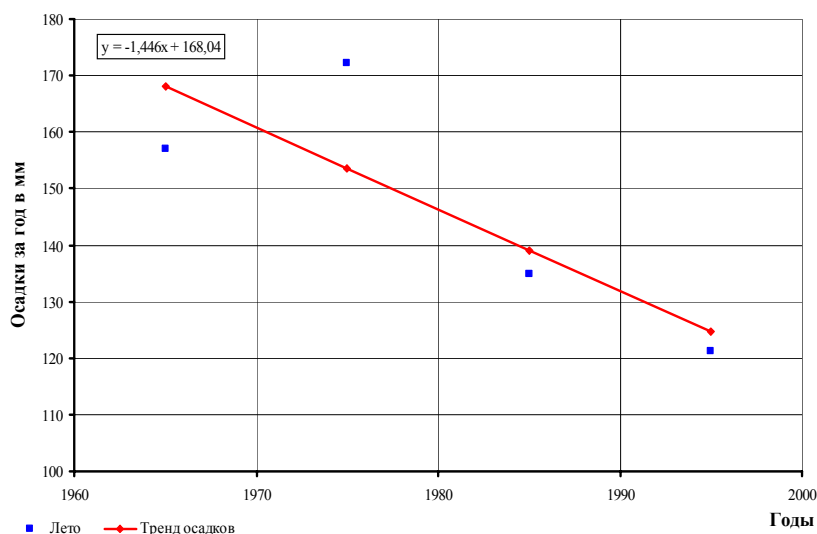
В Казалинске по влажности наблюдается обратная картина, некоторое повышение относительной влажности с 39% до 44% что можно объяснить увеличением площади увлажнения дельты в последние годы, начиная с 1980 года.

Данные наблюдений за осадками (средние по десятилетиям) также указывают на их уменьшение и внутрисезонный сдвиг (рис. 3). Темпы снижения осадков по ст. Аральск составляет 14,5 мм. в 10 лет, по ст. Казалинск – 10 мм. в 10 лет. Таким образом общее снижение осадков по станции Аральск составило 43 мм., по Казалинску 30 мм., что составляет от 30 до 25% общего количества осадков.

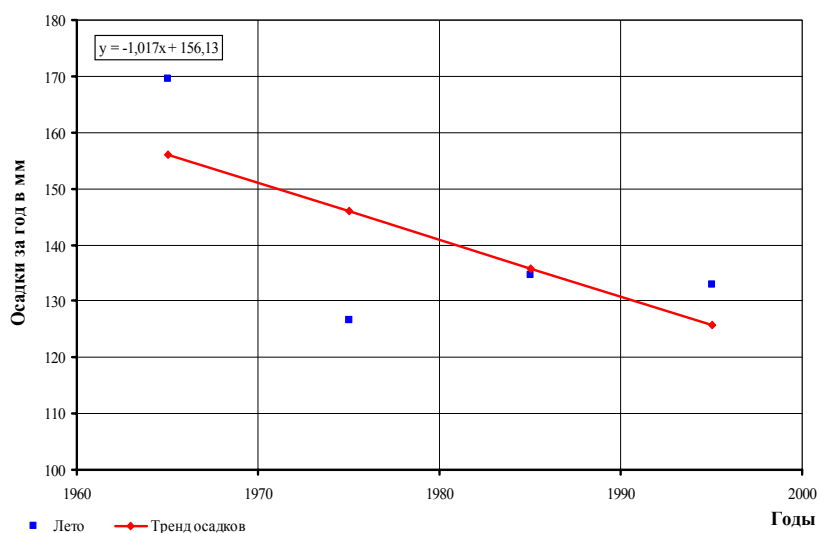
Это связано с резким уменьшением испарения воды с поверхности Аральского моря, так как почти в 2 раза уменьшилась его акватория. С другой стороны, в связи с увеличением сухого дна Аральского моря, усиливается турбулентность потока воздуха с донной поверхности, что оказывает сильное влияние на формирование ветра и пылевых бурь.

Происходящие микроклиматические и температурные изменения в период после 1990 г. на территории около Аральского моря являются настолько явными, что не могут быть отнесены только к характерному для региона общему атмосферному процессу. Более того, метеостанциями Аральского моря, зарегистрировано, что в период с июня по август на северном берегу Аральского моря и в дельте р. Сырдарьи, средняя относительная влажность уменьшилась до 25-30%. Такое уменьшение относительной влажности никогда не наблюдалось ранее, даже в наиболее засушливые года. За последние

30 лет (1960-1990гг.) уровень осадков, зарегистрированных на метеостанциях Аральского моря, имеет ту же тенденцию, что и на континентально-пустынных и предгорных станциях.



а)



б)

Рисунок 3
Осадки по мс. Аральское море (а) и по ст. Казалинск (б)

Расчет относительного увеличения испарения с водной поверхности по формулам Н.И. Иванова, А.П. Браславского и др. показывает, что за последние 25 лет испарение с водной поверхности в Северном Приаралье возросло на 18...19,7 %, в районе г. Казалинска на 5,4...6,2%, в дельте Сырдарьи на 8...12 %.

Водопотребление поймы, дельты Сырдарьи с ростом испарения возрастает на 7...9% и составит 2,5...2,7 км³ в год.

Литература

1. Турсунов А.А., Достай Ж.Д. Состояние Аральского моря и концепция водodelения в Бассейне Сырдарьи. А.: Гылым, 1998.
2. Мальковский И.М., Аскарлов А.Г., Соколов С.Б. и др. Гидрологические основы водообеспечения природно-хозяйственной системы дельты Сырдарьи.//Водные ресурсы центральной Азии. Алматы, Формат, 2002.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СТОКУ РЕК СЫРДАРЬЯ И АМУДАРЬЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА, ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

А.Г. Сорокин, А.С. Никулин

Научно-информационный центр МКВК

Введение

К негативным экологическим последствиям в бассейне Сырдарьи, вызванным изменением режима работы Токтогульского гидроузла, следует отнести экологические ущербы природным системам бассейна, получаемые при переносе летнего паводка на зиму и создании искусственного маловодья летом. Пересыхание русла реки летом приводит к тому, что река теряет свою естественную функцию водоотводящего тракта (природной дрены), что ведет за собой в жаркое время года к кризисной эпидемиологической обстановке. Не соблюдение санитарных попусков на отдельных участках реки и большие непроизводительные потери стока антропогенного свойства – все это отрицательные последствия не рационального управления в бассейне.

В бассейне Амударьи задача рационального управления непосредственно связана с оценкой располагаемых водных ресурсов, учитывающей русловые потери, а также с оценкой притока в дельту реки, где расположены экологические объекты. Не мало важное значение для низовий реки имеет учет санитарно-экологических попусков в каналы.

Для объективного учета данных факторов при принятии решений, важно располагать объективной методикой расчета располагаемых водных ресурсов и методикой оценки экологических требований.

Целью данного доклада является ознакомление с результатами исследований НИЦ МКВК по методическим подходам и оценке экологических требований к стоку рек Сырдарья и Амударья и их сравнение с современными и перспективными (на период 20 лет) режимами формирования и трансформации стока, в том числе с гидрографами подачи воды в Приаралье, рассчитанными с учетом климатических изменений.

1. Оценка поступления речного стока в Приаралье

Оценка притока речной воды в Приаралье осуществлялась для рек Сырдарья и Амударья по вариантам. Рассматривались возможные сценарии развития стран региона, климатические сценарии, а также характерные режимы регулирования стока водохранилищами. Расчеты выполнены на гидрологической модели, входящей в комплекс моделей управления и развития бассейна Аральского моря (ASB-MM).

Учет влияния климатических изменений при формировании объемов и режимов речного стока осуществлялся с помощью коэффициентов, уменьшающий (или увеличивающих) значения естественных гидрографов рек. При построении гидрологических трендов на будущее за основу принималась концепция цикличности колебаний природных процессов, для чего были использованы наблюдаемые ранее ряды естественного стока рек. Цикличность рассматривалась не как простое периодическое повторение наблюдаемых явлений, а как поступательное развитие, на которое накладываются климатические отклонения. Методология построения гидрологических рядов на период в 20 лет основывается на раздельном построении гидрологического тренда и отклонений от него, вызванных климатическим фактором.

Гидрологическая основа прогнозных рядов – фактические гидрографы рек с шагом – сезон (вегетация: апрель-сентябрь, межвегетация: октябрь-март) за 1981/1982 – 2000/2001 годы.

Принятые в расчетах сценарии развития стран региона: (1) сохранения существующих тенденций (BAU), (2) национального видения (National), (3) оптимистичного (Optimistic).

В качестве основных климатических сценариев, используемых при оценочных расчетах изменения стока рек, использованы три сценария: (1) сценарий, рассчитанный по модели ICHAM4 (Germany, Max Planck Institute), (2) сценарий, рассчитанный по модели HadCM2, являющейся второй версией модели UKMO (UK, Hadley Centre), (3) региональный сценарий IS92ab (САНИГМИ).

Результаты выполненных расчетов приводятся ниже (таблицы 1, 2).

Таблица 1

Приток воды в Приаралье по рекам Амударья (пост Саманбай) и Сырдарья (пост Казалинск). Среднегодовые объемы (км³/год) по периодам лет. Результаты расчетов на гидрологической модели. Влияние климата не учитывается

№	Сценарий	Период	Амударья	Сырдарья	Всего
1	Сохранение существующих тенденций (BAU)	2000-2005	5.54	2.16	7.70
		2005-2010	8.56	6.08	14.64
		2010-2015	7.04	4.12	11.16
		2015-2020	7.82	7.16	14.98
2	Национальное видение (National)	2000-2005	4.58	1.98	6.56
		2005-2010	8.36	5.38	13.74
		2010-2015	5.82	3.86	9.68
		2015-2020	2.82	5.84	8.66
3	Оптимистичный (Optimistic)	2000-2005	5.80	2.34	8.14
		2005-2010	11.80	6.94	18.74
		2010-2015	14.90	9.14	24.04
		2015-2020	19.12	11.44	30.56

Таблица 2

Приток воды в Приаралье по рекам Амударья (пост Саманбай) и Сырдарья (пост Казалинск). Среднегодовые объемы (км³/год) по периодам лет. Результаты расчетов на гидрологической модели. Влияние климата по региональному сценарию (IS92ab).

№	Сценарий	Период	Амударья	Сырдарья	Всего
1	Сохранение существующих тенденций (BAU)	2000-2005	4.56	1.96	6.52
		2005-2010	6.54	5.58	12.12
		2010-2015	4.38	3.86	8.24
		2015-2020	3.30	6.10	9.40
2	Национальное видение (National)	2000-2005	3.42	1.74	5.16
		2005-2010	6.00	5.18	11.18
		2010-2015	3.06	3.20	6.26
		2015-2020	1.02	5.36	6.38
3	Оптимистичный (Optimistic)	2000-2005	4.86	2.26	7.12
		2005-2010	9.06	6.66	15.72
		2010-2015	10.56	8.10	18.66
		2015-2020	13.04	10.16	23.20

Расчеты показывают, что по всем вариантам развития стран региона за счет потепления климата ожидается уменьшение притока речного стока в Приаралье. Наиболее значительно оно ожидается по бассейну Амударьи - 2.5...3.5 км³/год в среднем за прогнозируемый период 2001 – 2020 гг. По бассейну Сырдарьи изменения незначительны – 0.5...0.7 км³/год.

Наибольший приток в Приаралье ожидается по оптимистичному варианту развития государств региона (по Амударье – 9.4...12.9 км³/год, по Сырдарье – 6.8...7.5 км³/год), предполагающему мероприятия по достижению 80% потенциальной продуктивности земель, развитие аграрного сектора, водосбережение, минимизацию потерь воды, максимум инвестиций и как результат – уменьшение требуемого водозабора из трансграничных рек. Наименьший приток в Приаралье ожидается по варианту National - по Амударье – 3.4...5.4 км³/год, по Сырдарье – 3.9...4.3 км³/год, увеличится вероятность повторения экстремальных маловодных лет (по аналогам 2000-2001 годов).

2. Оценка экологических требований к речному стоку

Согласно рекомендациям НИЦ МКВК в бассейнах рек Амударья и Сырдарья санитарно-экологические попуски следует разделить следующим образом: (1) санитарные попуски вдоль русел рек, (2) экологические попуски подаваемые в Приаралье (ниже постов Саманбай и Казалинск), (3) попуски подаваемые в ирригационную сеть для хозяйственного водоснабжения (только по низовьям реки Амударья).

Величины санитарных попусков по рекам в настоящее время определены проектными проработками (“Схемы”, “Правила эксплуатации гидроузлов”) и требуют более тщательного обоснования, поскольку режимы рек за последние годы значительно изменились, как в количественном, так и в качественном отношении. Санитарные попуски по руслу реки должны обеспечивать поддержание самой реки в качестве водного объекта, имеющего природную (экологическую) и социальную ценность и служить (наряду с нормативами качества) важным социально-экологическим ориентиром и ограничением при управлении водными ресурсами.

С методической точки зрения санпопуски наиболее верно исследовать исходя из самоочищающей способности водотока (зависящей от его гидродинамических, биохимических и физических особенностей). Самоочищение вод – это совокупность всех природных процессов в загрязненных водах, ведущих к восстановлению первоначальных свойств и состава воды. В данном понимании это свойство утрачено для рек Амударья и Сырдарья, во всяком случае, в их нижних течениях. Для его восстановления мало просто значительно увеличить расход воды по реке (само это мероприятие может оказаться не эффективным), а необходимо сформировать близкие к естественным концентрациям и соотношениям консервативные и неконсервативные вещества. Необходимо специальное экологическое моделирование, учитывающее процессы смешения, превращения и транспортирования веществ.

При определении величин санитарных попусков на практике, за расчетный, еще в недавнем прошлом, принимали расход 95% обеспеченности естественного стока реки. Считалось, что он в состоянии поддерживать процессы самоочищения. Санитарные попуски могут быть установлены исходя из величин минимальных расходов, наблюдаемых по реке в период ее естественного существования. Еще один подход – расчет санпопусков исходя из 10 % расхода стока рек, наблюдаемого за многолетний период. Данная методика широко используется в настоящее время в странах Европейского Союза и была принята нами за основу.

Как показывают расчеты (современный уровень использования стока в бассейнах), расходы в реке Амударья ниже экологически допустимых (санпопусков) наблюдаются только в нижнем течении в отдельные месяцы средних и малых по водности лет (рис. 1, 2). Санитарные попуски по руслу реки Сырдарья необходимы только в нижнем течении реки в отдельные месяцы малых по водности лет (рис. 3).

В тот период времени, когда значение расхода воды по рекам ниже санитарной нормы, по рекам должен подаваться дополнительно расход (но не за счет лимита на водозабор), составляющий разницу между нормой (санпопуском) и фактически наблюдаемым расходом.

Результаты численных экспериментов – расчетные гидрографы рек Амударья и Сырдарья на перспективу в характерных створах сравнивались с экологическими требованиями к стоку рек - санпопусками. Сравнение показало следующее.

В перспективе в случае проигрывания оптимистичного сценария развития стран региона, когда приток в Приаралье увеличится, в третьей и четвертой пятилетках, сток рек будет превышать санитарные нормы и дополнительные санпопуски не потребуются. Однако в случае проигрывания других сценариев развития, в маловодные годы требования к дополнительным попускам сохранятся. Особо следует выделить для нижнего течения Амударьи случай по сценарию “Национальное видение” во второй половине 20 летнего периода прогноза. В этот период потребуются дополнительные санпопуски в объемах, превышающих современный уровень на 20-30%.

При ожидаемых климатических изменениях (не благоприятный сценарий) ситуация еще более усугубится, с повышением дополнительных санпопусков до 30-40% современного уровня.

Другой вид экологических попусков - расходы подаваемые в Приаралье для поддержания экосистем (водохранилища, озера и др.) не должны входить в лимиты на водозаборы, а должны определяться по договоренности между государствами на паритетной основе. Для их оценки следует учитывать следующее. Экологическими приоритетами низовой реки Сырдарья являются: (1) увеличение пропускной способности русла реки, (2) водообеспечение дельты, (3) восстановление Северного Арала. В низовьях Амударьи – дельтовые озера.

Оценка экологических попусков, подаваемых в Приаралье принята на основе модельных исследований НИЦ МКВК по дельте Амударьи (А.И.Тучин) и проектных проработок Казгипроводхоза по дельте Сырдарьи.

Экологические требования по заполнению только части водоемов Южного Приаралья – системы естественных озер, оцениваются за многолетний период в 1.7 км³/год воды. Для их ежегодного поддержания (затраты на испарение и фильтрацию) необходим приток воды в размере около 1 км³/год. На заполнение системы водохранилищ требуется уже около 3.7 км³/год, из них на ежегодное поддержание (потери) около 2.0 км³/год. Однако следует отметить, что только часть стока Амударьи, сбрас-

сываемая ниже Тахиаташа и предназначенная для поддержания экосистем Южного Приаралья, может быть использована этими системами, часть стока поступит в Аральское море. Поэтому для стабильного поддержания озер и водохранилищ попуски по реке не должны быть меньше 6-7 км³/год. Данная оценка не затрагивает возможные варианты стабилизации уровня воды в восточной и западной части Большого Аральского моря.

За последние 20 лет затраты стока в дельте Сырдарьи (обводнение, потери) изменялись в пределах 0.4-1.8 км³/год. Современные расчетные затраты в дельте оцениваются: для маловодного года в 0.4 км³/год, среднего - 1.0 км³/год, многоводного - 1.5 км³/год. Согласно перспективному водохозяйственному балансу низовий Сырдарьи расчетное потребление в дельте меняется в зависимости от водности года (обеспеченности P, %) и режима работы Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ (ирригационный, энергетический приток к Чардаринскому водохранилищу), км³/год:

	Среднее	P = 20 %	P = 50%	P = 70%	P = 90%
При ирригационном попуске	1.310	1.652	1.357	1.080	0.865
При энергетическом попуске	1.267	1.566	1.331	1.199	0.810

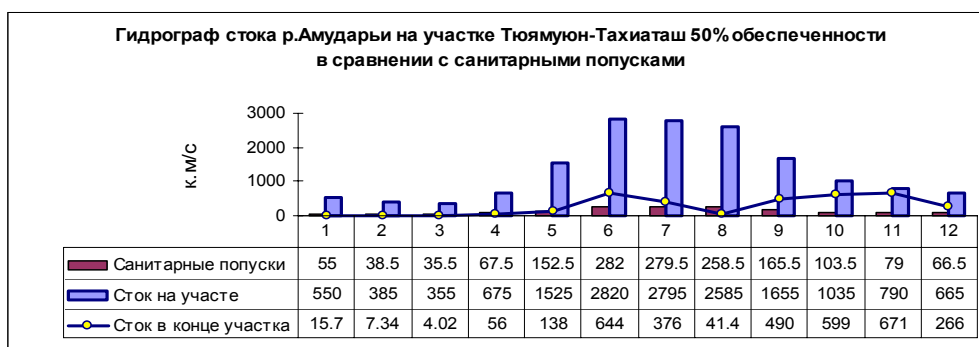


Рис. 1

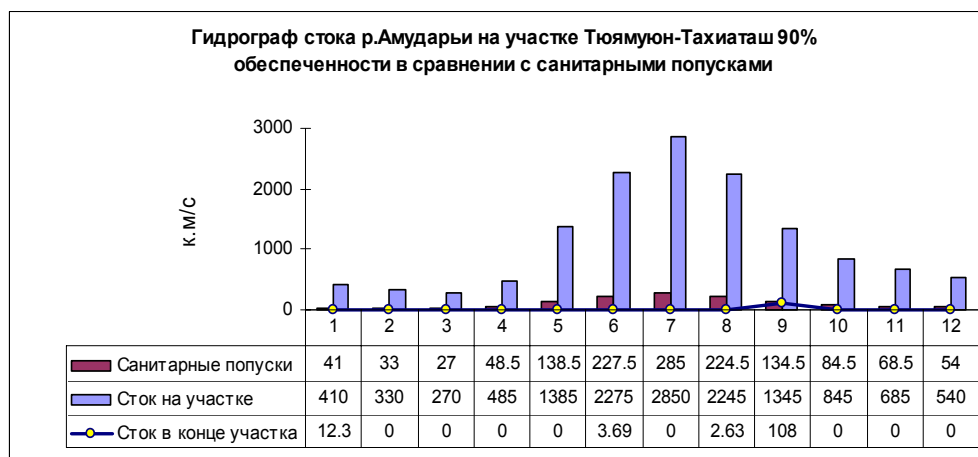


Рис. 2

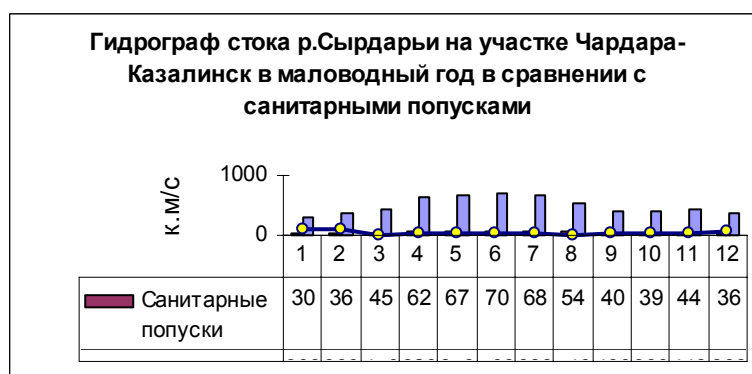


Рис. 3

По предварительным расчетам НИЦ МКВК для восстановления и устойчивого поддержания хозяйственно-экологических объектов северной части Приаралья и Северного Арала в дельту реки необходимо подавать не менее 5-6 км³/год, из них в Приаралье оставлять не менее 1.0-1.5 км³/год.

По нашим расчетам экологические требования Южной и Северной части Приаралья могут быть обеспечены в будущем только в случае развития стран региона по оптимистичному сценарию, что предполагает, как минимум, водосбережение в регионе. Этот вывод верен как для благоприятного климатического сценария, так и в большей мере для случая потепления.

Санитарно-экологические попуски в ирригационную сеть нижнего течения Амударьи для питьевых нужд должны входить в лимиты на водозаборы и являться величиной постоянной, которая корректировке в зависимости от водности года не подлежит. Для их определения необходимо организовать специальную комиссию МКВК, поскольку существующие объемы подачи воды из реки для питьевых целей, на наш взгляд, завышены.

По предварительным расчетам НИЦ МКВК современная потребность в питьевой воде нижнего течения Амударьи не превышает и половины величины существующих попусков. Ведь если население Хорезма, Дашговуза и Каракалпакстана не превышает 5 млн. человек, а потребность для хозяйственных целей по международным стандартам оценивается в 200 литров в сутки, то общее потребление в воде составит 365 млн. куб метров в год. В тоже время только по Дашогузской и Хорезмской областям санитарно-экологические попуски используемые для хозяйственных и питьевых нужд населения определены в объеме 500 млн.м³. Необходимо также учитывать, что из выделяемых 300 млн.м³ Республике Каракалпакстан только часть санитарно-экологических попусков используется для хозяйственных и питьевых нужд, а часть идет для поддержания озер Приаралья, расположенных в зоне влияния систем каналов Суэлли и Кызкеткен. Необходим расход и для поддержания минимального объема воды в системах каналов. В тоже время, для покрытия питьевых нужд вода подается не только из реки, но и из подземных горизонтов, а также Капараского водохранилища Тюямуюнского гидроузла по водоводам Тюямуюн - Ургенч, Тюямуюн - Нукус.

Комиссия МКВК по уточнению санитарно-экологических попусков в ирригационную сеть в нижнем течении реки Амударья в ходе своей работы должна решить следующие задачи: (1) уточнить зоны и количество потребителей, которые необеспечены системами постоянного водопользования (водопроводы, колодцы, скважины); (2) уточнить систему каналов, по которым могут быть покрыты потребности питьевого снабжения из реки; (3) уточнить количество необходимой воды для данных зон и подаваемые объемы по каналам; (4) определить время и частоту попусков через ирригационную сеть для обеспечения населения питьевой водой.

Данные попуски должны носить дискретный характер, а не быть стабильными в течение всего года. Определенные комиссией величины пусков могут в дальнейшем корректироваться только с изменением численности населения или ввода в строй новых водопроводов или скважин.

Заключение

Выполненные исследования позволяют включить данные оценки (в виде функциональных зависимостей) в разработанную НИЦ МКВК систему моделей, тем самым повышая их значимость в части учета экологических требований на современном уровне и в перспективе.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАРЕГУЛИРОВАННОСТИ СТОКА РЕК НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКОСИСТЕМЫ НИЗОВИЙ

А.Т. Базарбаев*, А.А. Базарбаева*, А.К. Заурбек**

***Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства,**

****Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати**

Полное зарегулирование и хозяйственное использование стока больших и средних рек оказало значительное влияние на водный режим экосистемы низовий, его флору и фауну, социально-бытовые

и хозяйственно-экономические условия проживания населения региона в их низовьях. Создание водохранилища и регулирование стока рек резко активизирует как положительные так и отрицательные воздействия на окружающую среду и экологические системы.

Оценивая среднегодовые значения поверхностных водных ресурсов, следует отметить, что сток рек Талас, Аса зарегулирован соответственно Кировским и Терс-Ащибулакским водохранилищами, а также, что эти реки соединены между собой каналами (Аса-Талас, Талас-Аса), перераспределяющие водный сток из одного бассейна реки в другой. Поэтому, когда речь идет о среднегодовом стоке, то имеется в виду объемы попусков из вышеуказанных водохранилищ. Согласно межгосударственного водodelения стока реки Талас, в средний по водности год, Республики Казахстан (Жамбылской области) предназначается 808 млн.м³ воды, в том числе Таласскому району 256 млн.м³ [1]. Ввод в эксплуатацию Кировского водохранилища в 1974 году значительно повлиял на экологическую обстановку в низовьях реки Талас. Если до строительства водохранилища бытовой сток р. Талас в створе гидропосты плотина Жеимбет составлял в многоводные (1956, 1969) годы 860 млн.м³, в маловодные (1957, 1965) годы 270 млн.м³, то после строительства, максимальный сток в многоводные годы стабилизировался на уровне 400, а минимальный-250 млн.м³. Как видно минимальный сток практически не изменился, но маловодья стали затяжными, а максимальный сократился более чем в два раза. Произошло изменение и во внутригодовом распределении стока. Если доля стока за вегетационный период (IV-IX месяцы) от годового объема составляло 31,6% и до строительства водохранилища, то его доля уменьшилась до 16,2 % после зарегулирования стока реки. Только на этом низовье р. Талас в вегетационный период при существующих объемах воды попуска воды недополучает 53,6 -33,5 млн.м³

Для сравнения, в средний по водности год согласно «Положению о делении стока в бассейне рек Чу и Талас» [1] объем экологического санитарного попуска в низовья р. Талас составляет 32,8 млн.м³ воды,

По существующему положению [2] бассейн реки Талас рассматривается как один водохозяйственный район, внутри которого выделены водобалансовые участки [1, 2]. Границы между водобалансовыми участками определены из условия командования источников питания над орошаемыми землями, зонами влияния водохранилищ, и из условия покрытия потребностей в воде потребителей.

В бассейне реки Талас выделено 6 типовых балансовых участков, а именно:

- I. Исток –Кировское водохранилище (до створа 1-1);
- II. Кировское водохранилище – с. Покровка (между створами 1-1 и 2-2);
- III. с. Покровка-плотина г. Тараза (между створами 2-2 и 3-3);
- IV. Плотина г. Тараза-плотина Жеимбет (между створами 4-4 и 5-5);
- V. Плотина Жеимбет –с. Уюк (между створами 4-4 и 5-5);
- VI. с. Ойык – Ушарал-Казоты (между створами 5-5 и 6-6).

Перечень водопотребителей по балансовым участкам и потребность их воде заимствованы из материалов Комитета по водным ресурсам МСХ РК.

К Таласскому району относятся V и VI водобалансовые участки.

Пятый водобалансовый участок включает:

- орошаемое земледелие, орошаемая площадь –6,4 тыс.га; потребность в воде-62,08млн.м³;
- заливные сенокосы, площадь-7,5тыс.га, потребность в воде-13 млн.м³;
- сельскохозяйственное водоснабжение, потребность в воде-1,21 млн.м³;
- лесополосы, потребность в воде- 0,03 млн.м³;
- капитальная промывка, необходимый объем воды-5,4 млн.м³;
- санитарные попуски, необходимый объем воды –25 млн.м³.

Общая потребность в воде на пятом балансовом участке $P_v = 107,24$ млн.м³.

Шестой водобалансовый участок включает:

- орошаемое земледелие, орошаемая площадь-0,9 тыс.га, потребность в воде-10 млн.м³;
- лиманное орошение, площадь лиманов -10,9 тыс.га, потребность в воде-12 млн.м³;
- заливные сенокосы, площадь сенокосов -77,5 тыс.га, потребность в воде-134 млн.м³;
- сельскохозяйственное водоснабжение, потребность в воде-1,39 млн.м³;
- экологические попуски, необходимый объем-60 млн.м³.

Общая потребность в воде на шестом балансовом участке $P_{VI} = 217,39$ млн.м³.

Среднемноголетний расход воды р. Талас в створе плотины Жеимбет составляет 16,4 м³/с (с1963

по 1968гг.) [3], что соответствует 517,19 млн.м³ воды.

Тогда как суммарная водопотребность по V и VI водобалансовым участкам составляет – 324,63 млн. м³. Учитывая, что сток реки Талас зарегулирован Кировским водохранилищем, можем не рассматривать сезонную обеспеченность водой потребителей, т.к. дефицит воды в летний период будет покрываться за счет попусков из водохранилища.

Анализ сопоставления водных ресурсов и потребностей в воде в бассейне реки Талас в пределах территории Казахстана показывает, что в настоящее время отрасли экономики в средний по водности год еще водообеспечены. Однако по бассейну реки нет свободных водных ресурсов. Таким образом, лимитирующим фактором для дальнейшего развития отраслей экономики выступают водные ресурсы [2].

По реке Аса суммарный водозабор до строительства Терс-Ащибулакского водохранилища составлял 75-140 млн.м³, а после строительства в многоводные годы доходил до 400 млн.м³, а в последнее десятилетие стабилизировался на уровне около 180 млн.м³ [4]. Регулирование стока и рост водозабора существенно отразились на гидрологическом режиме низовий реки. Если до строительства водохранилища объем годового стока составлял 190...270 млн.м³ то в отдельные годы последнего десятилетия сток реки ниже Ассинского гидроузла практически отсутствовал.

Водные ресурсы реки Аса в створе ж.д.ст. Маймак составляют 545 млн. м³ в год (данные Комитета по водным ресурсам). В том числе естественный сток (с подруловым стоком)-461 млн.м³, из них Куркуреусу- 190 и Терс-271 млн.м³. Потребность в воде крупных промышленных предприятий (ЖФ ЗАО «Казфосфат» и ОАО «Химпром») и рыбного хозяйства из реки Аса составляет 101 млн.м³ требования регулярного орошения (площадь 26,2 тыс. га) и лиманного (площадь 3,7 тыс.га) к воде соответственно 308 и 11 млн. м³. Заливные сенокосы в бассейне реки – 8 тыс. га.

Таким образом, уровень использования водных ресурсов в бассейне реки Аса уже в 1970 году составлял 100%. Так как, имеющиеся водные ресурсы в объеме 545 млн. м³ практически полностью используются в отраслях экономики Жамбылской области и Республике Кыргызстан [2].

При предельном уровне использования водных ресурсов экологическая обстановка в бассейне реки складывается крайне напряженная. Она вызывается как истощением, так и загрязнением водных ресурсов. В условиях сохранения в русле реки только экологических и санитарных попусков, устанавливается неудовлетворительная самоочищающая способность водотока. Нужно отметить, что в низовья рек Шу, Талас и Аса зачастую не осуществляются даже санитарные экологические попуски, из-за недостаточного объема стока и их полного использования для хозяйственных нужд.

Сокращение поступления стока в низовья рек в первую очередь отразилось на состоянии озёрных систем в ее бассейнах. Это прежде всего озеро Акколь, то второе по величине озеро в Жамбылской области, после озера Бийликоль расположенное в нижнем течении р. Аса, имело наибольшую площадь 56 км² в 1969 году. После серии маловодных лет 1974-1976 г. озеро Акколь полностью высохло, к концу 70-х годов озеро частично восстановлено, но к середине 80-х годов вновь исчезло, а в настоящее время акватория озера разделены на части дамбами обвалования в 1988 году. Другое по величине озеро нижнего течения р. Асы-Ащиколь (площадь 35 км в 1964 году) так же в 1976 году полностью высохло и даже в многоводные 1987-1988 г. больше не восстанавливалось. Группа относительно мелких озёр низовий р. Талас в последние годы также практически не возобновляются. В связи с изложенным, полностью утеряно рыбохозяйственное значение озера Акколь, в прошлом 1963-1967 г.) из которого (в среднем добывалось около 500 т/год рыбы.

Водные источники Таласского района-Тамды, Коктал, Улькен-Арбатас относятся к малым рекам. Устойчивость этих рек к внешним воздействиям определяется абсолютными величинами таких характеристик, как водность и уклон. Малым рекам характерны малая водность, по сравнению со средними и крупными реками, и поэтому они оказываются наиболее уязвимыми, к любым воздействиям извне, как и к процессам, протекающим в них самих. Любое изменение водности и уклона в системе всей долины малой реки вызывает цепочку взаимосвязанных негативных процессов, приводящих к изменению ландшафтов всей долины [5].

Основные виды антропогенного воздействия на малые реки следующие: распашка водосборов, мелиорация русел и пойм, регулирование стока и водозабор, использование русел под оросительные и сбросные каналы.

Сток рек Тамды, Коктал, Улькен-Арбатас средний по водности год составляет соответственно 30,08; 50,43; 4,21млн.м³ [3]. Однако, за последнее десятилетие сток последних двух рек уменьшился в более чем 2 раза и основными причинами уменьшения стока могут быть распашка водосборов, влияние воронки депрессии артезианских колодцев, водоотливов шахт, дренаж, открытых карьеров производственного объединения Каратау и др. Для точной оценки данного явления требуется более де-

тальное исследование всех взаимосвязей в бассейне каждой реки. Следует отметить, что депрессионная кривая подземных вод оказала влияние на Майтубинские родники, дебит которых значительно сократился, а некоторые просто высохли [6].

Таким образом, в средний по водности год водные ресурсы Таласского района оцениваются в 442,9 млн.м³ в том числе 418 млн.м³ поверхностных и 24,9 млн. м³ подземных вод. Основной объем поверхностного стока получает из р.Талас- 356 млн.м³ (85,2% от его общего объёма), при этом около 100 млн.м³ (28,1% от стока, р.Талас) предназначается району для затопления лиманов и сенокосов в зимне-весенний период. Из общего объёма подземных вод 3,34млн.м³ используется в Таласском районе, а остальные 21,56 млн.м³ на хозяйственно-промышленные нужды производственного объединения Каратау и города Каратау.

В итоге лимитированный годовой запас водных ресурсов (среднего по водности года) в районе составляет 321,34 млн.м³ в том числе поверхностных 318 млн. м³ и подземных 3,34 млн. м³.

Использование поверхностных и подземных вод потребителями Таласского районапредусмотрено следующим образом:

- поверхностные воды: лиманное орошение - 162 млн. м³, регулярное орошение-122 млн. м³, сельхоз. водоснабжение - 5 млн.м³ ;

- подземные воды: промышленные нужды - 0,02 млн. м³, сельхозводоснабжение-1,399 млн. м³, обводнение пастбищ - 1,331 млн. м³, регулярное орошение -0,59 млн.м³

Отсутствие научно-обоснованных нормативов природоохранных попусков в низовья рек позволяют осуществить полный водоразбор в верховья рек для хозяйственно-бытовых целей, что приводит к необратимым процессам в природной среде (исчезновению некоторых видов местной флоры и фауны)и нежелательным социальным последствиям (отток населения с низовий рек, ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки).

Ухудшение экологического состояния природной среды непременно сказывается на социальном положении населения, проживающего в данном регионе. В вопросе бытовой устроенности населения, одним из главных факторов является обеспеченность жителей качественной питьевой водой. Нашими натурными обследованиями установлено, что хозяйства Таласского и Сарысуского районов расположенные в низовьях р. Аса - Талас обеспечены локальными сельскохозяйственными водопроводами.

Хотя и в некоторых отчётах фигурируют данные о повышении минерализации и ухудшении качества подземных вод, отсутствует хронологическое наблюдение за их состоянием.

Как отрицательный экологический фактор, возникший вследствие интенсивного водозабора и регулирования стока рек можно привести пример частичной потери ёмкости озера Акколь, ухудшения качества воды и повышения её минерализации. Это привело к подрыву способности производства и воспроизводства рыбных запасов в озере. Из-за полного прекращения подачи воды в озеро Ащиколь, оно полностью высохло, оставив за собой солевые отложения. Можно с полной уверенностью сказать, что в Таласском районе повторилась в миниатюре судьба Аральского моря. При направлении ветра с севера-запада соляные пыли, поднимаемые со дна высохшего озера доносятся в с.Акколь, что значительно осложняет экологическую обстановку в летнее время. Кроме того, соляные пыли, осаждааясь на орошаемых землях, используемых для сельхоз. угодий, повышают минерализацию почв.

Истощение и деградация природных комплексов сказывается не только на экономике района, наибольшее влияние она оказывает на состояние здоровья населения. По данным обл.здрава у населения заболеваемость сердечно-сосудистой системы увеличилась в 1990 году по сравнению с 1976 годом в 1,7 раза, органов дыхания в 22,6 раза, онкологических заболеваний в 1,6 раза, органов пищеварения в 5,7 раза. Наблюдается значительный рост заболеваний детей по болезням органов дыхания в 19.5 раза, органов пищеварения в 150 раз. Смертность населения на 1000 человек возросла с 5,6 до 7,6; детская смертность от заболеваний возросла в 4,3 раза [7].

Высокий рост заболеваемости органов пищеварения свидетельствует об ухудшении качества потребляемых продуктов и питьевой воды, санитарно-эпидемиологической обстановки в районе. Рост уровня заболеваемости органов дыхания подтверждает то, что наряду со снижением сопротивляемости организма внешним воздействиям, ухудшилось общее состояние воздушного бассейна. Одной из основных причин загрязнения воздушной среды является значительная запыленность воздуха, являющаяся следствием деградированности земель и растительного покрова, особенно в зоне песков. Среднесуточные концентрации пыли в воздухе в отдельных точках Таласского района превышает ПДК в 5 и более раз, особенно эти показатели высоки в ветряные дни. На состояние здоровья людей оказывают отрицательное влияние пылевидные частицы солевого выноса, поднимаемые со дна высохших озёр Ащиколь и др.

Валовый учтенный выброс веществ в атмосферный воздух только от половины действующих предприятий района составил 140 т/год. Из них 66 т приходится на окись углерода и 21 т на сернистый ангидрид. Определенную лепту в загрязнение воздушного бассейна Таласского района вносят предприятия г. Каратау. Среднесуточные значения запыленности воздуха в г. Каратау составляет 2-6 ПДК, формальдегиды 1,7- 5,7 ПДК, сернистого газа 1,8 ПДК, аммиака 6,5 - 14,5 ПДК, естественно, что все эти вещества, загрязняющие атмосферный воздух не остаются на месте, а распространяются на весь прилегающий воздушный бассейн. В воздушном бассейне г. Каратау и прилегающих к нему районов имеются кроме перечисленных веществ - газы окиси углерода, окиси азота и летучие органические соединения [7].

Кроме того, интенсивный отбор воды в верховьях и регулирование стока рек Аса, Талас отрицательно повлияло на состояние окружающей среды, вызвало опустынивание значительной территории и засоление земель. В районе на 1995 год числится 197,7 тыс.га засоленных земель, что составляет 16% всех земель, солонцовых земель насчитывается 77,6 тыс.га (5,9%), подверженных эрозии - 184,1 тыс.га (13%), деградированных пастбищ и сенокосов - 152,3тыс.га (26,4%), заболоченных земель - 10,6 тыс.га (1,8%). Урожайность естественных сенокосов снизилась с 6 -8 ц/га до 4 ц/га.

Вырубка многолетних растений в песковой зоне в 1970 - 1980 годах достигла 250 га/год, а высадка защитных лесонасаждений не осуществлялась. Только последние годы началось защитное лесоразведение на площадях до 200 га/год.

Совокупность всех этих факторов позволяет оценивать экологическую обстановку в Таласском районе как неблагоприятную [7].

В целом, анализируя имеющиеся данные по животноводству, растениеводству, водным и земельным ресурсам, а также данные о состоянии здоровья населения можно сделать вывод, что регулирование стока рек Аса, Талас и значительные объемы водоотбора в верховьях и игнорирование вопросов природоохраны, отрицательно сказались на экологической обстановке в низовьях рек Аса, Талас.

Социальные и экологические аспекты при строительстве водохозяйственных объектов стали рассматриваться лишь в последние годы. Опыт последних лет показывает, что при обосновании развития водохозяйственных систем или отдельных крупных объектов, на стадии проектирования должны быть последовательно изучены и оценены их экономическая эффективность, социальная значимость и установлена экологическая безопасность рекомендуемых мероприятий.

Разработка методики оценки и прогноза воздействия объема водозабора и регулирования стока рек на экологическое состояние окружающей среды позволяет в дальнейшем разработать методические положения нормирования природоохранных попусков в нижние бьефы водозаборных сооружений и водохранилищ, которое обеспечит экологическое благополучие природной среды, а также улучшит социально- экономическое положение населения проживающих в низовьях рек с зарегулированным стоком.

Для бассейнов рек Аса-Талас, в связи с сокращением стока в низовьях рек, связанных с зарегулированием их стока уменьшилась и естественная биологическая способность самоочищения водоемов, что незамедлительно сказалось на качестве питьевой воды в данном регионе.

В 2001 году обеспеченность населения централизованной водопроводной водой по сравнению с 1995 годом снизилась с 73% до 58,8%. При этом 38,6% населения пользуется колодезной водой, остальные (2,6%)- привозной водой и водой открытых водоемов.

При хорошем санитарно-техническом состоянии водозаборных сооружений и разводящих сетей качество подземных вод области позволяет не проводить обеззараживание питьевой воды. Однако, из-за низкого санитарно-технического состояния и ветхости водопроводной сети качество питьевой воды поддерживается хлорированием и периодической промывкой водопроводной сети. По данным облСЭС, удельный вес нестандартных проб воды микробиологическим показателям за 10 месяцев 2001 года составил 3,4%. Наихудшее качество воды в Таласском и Сарысуском районе, где в среднем до 20% проб воды не соответствует санитарным нормам.

Сравнительный анализ инфекционных заболеваний за 1999 ,2000 и 10 месяцев 2001 года свидетельствует, в целом о снижении ее уровня до 20%, однако, в ряде районов длительное время сохраняется эпидемическое неблагополучие, а показатели заболеваемости острыми кишечными инфекциями и вирусными гепатитами значительно превышает среднеобластные.

В результате техногенного вмешательства человека, в бассейнах рек происходит постепенная деградация природной системы вплоть до опустынивания территорий. Ухудшению экологической обстановки в низовьях вышеназванных рек значительный вклад вносит необдуманное антропогенное воздействие на них. Большая часть территории области приходится на пустынную и полупустынную зоны. Как установлено обследованиями последних лет, а также по данным облуправления экологиии-

земельные угодья в пустынных и полупустынных зонах подвергаются интенсивному опустыниванию, которое приводит к снижению их хозяйственной ценности. В процессе опустынивания активно деградируют природные экосистемы, значительно снижается биоразнообразие. Основные причины антропогенного воздействия на процесс опустынивания связаны с экстремальными природно-климатическими условиями и экстенсивной производственной деятельностью, превышающей порог устойчивости экосистемы; чрезмерный выпас скота на пастбищах, зарегулирование стока рек и водохозяйственное строительство, рискованное богарное земледелие в предгорной зоне, загрязнение почв и воды пестицидами и другими химическими веществами бессистемная вырубка саксаула и жингила в песковой зоне и т.д. Суммарно площадь опустынивания земель в области составляет 7600 тыс. га или 52,7% ее территории.

Интенсивное и бессистемное использование пастбищ и выпас скота также привели к снижению их урожайности, ухудшению видового состава травостоя (55%-60%), а местами к явной деградации. Площадь сбитых пастбищ от общей ее площади составляет 7,8% (1104 тыс. га), а засоренных ядовитыми и непоедаемыми скотом растениями- 3% (437,3 тыс. га). Особенно неблагоприятно с опустыниванием в аридной зоне Таласского, Мойынкумского и Сарысуского районов.

В результате экстенсивного освоения водо-земельных ресурсов в области полностью исчезла целая ландшафтная зона- предгорные пустыни. Под влиянием техногенного воздействия на природу изменились не только условия существования растительного и животного мира, но и сама география обширных территорий.

В этом аспекте является актуальным достоверно прогнозировать интенсивность и направленность изменений гидрогеологических, гидрохимических, биологических и других процессов в условиях антропогенного воздействия на окружающую среду.

Экологическая характеристика данного региона представляет собой сопоставление уровня антропогенной нагрузки (плотность населения, уровня развития промышленного и сельскохозяйственного производства, степени токсичности промышленности и др.) с мощностью водных ресурсов.

Существуют нормативы, позволяющие выявить демографическую емкость района в зависимости от экологической характеристики водных ресурсов. Определяем демографическую емкость территории Таласского района по экологическим характеристикам рек Аса- Талас [8].

$$E_1 = \Sigma Q_k / BN,$$

где ΣQ – сумма расходов воды в водотоках на входе в территорию, м³/сут;

k – коэффициент, учитывающий степень загрязнения водотока сточными водами, $k=0,1-0,25$;

$B=1-2$ м³/сут- нормативная водообеспеченность;

N - максимальное количество населения.

Среднегодовое количество расходов воды р.Аса в створе гидропоста 0,5 км ниже с. Акколь составляют 4,56 м³/с (за 1963-1969гг.) /3/.

Тогда $Q_{Аса} = 4,56 \times 86400 = 393984$ м³/сут.

По р.Талас $Q_{Талас} = 16,4 \times 86400 = 1416960$ м³/сут.

$\Sigma Q = Q_{Аса} + Q_{Талас} = 393984 + 1416960 = 1810944$ м³/сут

Максимальное количество населения в Таласском районе составило в 1990 году $N=76800$ человек.

Тогда:

$$B \times N = 2 \times 76800 = 153600 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$E_1 = 1810944 \times 0,2 / 153600 = 2,36.$$

Как видно из расчетов, хотя и демографическая емкость территории по мощности водных ресурсов рек Аса- Талас позволяет прирост населения, как выше было сказано, дальнейшее развитие на данной территории отраслей экономики- промышленности, сельского хозяйства ограничивается объемом водных ресурсов существующих водотоков.

Следует отметить, что в настоящее время еще не разработан комплексный критерий, оценивающий уровень техногенной и антропогенной нагрузки, как на водоисточники, так и в целом на осваиваемую территорию.

Литература

1. Положение о делении стока в бассейне р. Чу и Талас, Минводхоз СССР, М., 1983.

2. Заурбек А.К. Научные основы рационального использования и охраны водных ресурсов бассейна реки. Диссерт. на соискание степени д.т.н. Тараз 1998- 258с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Том 14 Л., Гидрометеиздат, 1977 – 347с.
4. Базарбаев А.Т. и др. Экологические проблемы в низовьях трансграничных рек Шу, Аса, Талас. Научно-практическая конференция, посвященная 10-летию Межгосударственной Координационной Государственной Комиссии. Вода 2002 Алматы- 2002, 421-422 с.
5. Мустафаев Ж.С., Умурзаков С.И. , Сагаев А., Ахметов Н.Х., Ешмаханов М.Е. Основные принципы создания экологически устойчивого агроландшафта //Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды, Усть-Каменогорск, 2000- с.110-111.
6. Отчет НИР «Моделирование формирования и функционирования водохозяйственной системы бассейна р.Талас». ТарГУ им. М.Х.Дулати, заключит., Тараз 2002- 139с.
7. Программа «Экология» Таласского района на 1994-1995гг. КазНИИВХ, руков. Базарбаев А.Т. Жамбыл 1994г.-70с.
8. Яковлев С.В. и др. Рациональное использование водных ресурсов. Высшая школа. М., 1991 – 400с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И ВОДОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ОРОШЕНИИ В СЛОЖНЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Ю.Р. Кван

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства

В условиях возрастающего напряжения в экологической обстановке, дефицита водных и минеральных ресурсов, образования малых фермерских и крестьянских хозяйств убедительную перспективу для полива имеют новая технология и способы орошения, которые обеспечивали бы равномерную подачу поливной воды по всей площади полива одновременно с питательными веществами и микроэлементами.

В настоящее время наиболее распространенными являются способы и технологии орошения, основанные на периодическом аккумулировании воды в почве - поверхностный полив, дождевание, капельный. При этом процессы внесения и расходования воды изменяются скачкообразно с большой амплитудой, такой режим водоподачи приводит к стрессовым ситуациям в развитии растений и в конечном итоге снижению их продуктивности.

Агрофизиологический эффект непрерывного орошения [1] заключается в увеличении длительности воздействия искусственного увлажнения на растение и среду, что позволяет создать в значительной мере контролируемые и оптимальные условия (рис. 1).

При периодическом орошении процесс внесения и расходования воды существенно изменяется в межполивной период. Скачкообразно изменяются и составляющие водного баланса орошаемого поля, характеризующегося уравнением:

$$q \cdot t = (\overline{q_T} + \overline{q_{И}}) \cdot T + (q_{И} + q_T + q_{И.л.} + q_{пот}) \cdot t, \quad (1)$$

- где
- t - продолжительность полива;
 - T - продолжительность межполивного периода;
 - q - интенсивность водоподачи;
 - $\overline{q_T}, \overline{q_{И}}$ - интенсивность транспирации в межполивной и поливной периоды;
 - $\overline{q_{И}}, \overline{q_{И}}$ - интенсивность испарения с поверхности почвы в межполивной и поливной периоды;
 - $q_{И.л.}$ - интенсивность испарения с листовой поверхности;
 - $q_{пот}$ - потери воды на фильтрацию и сброс.

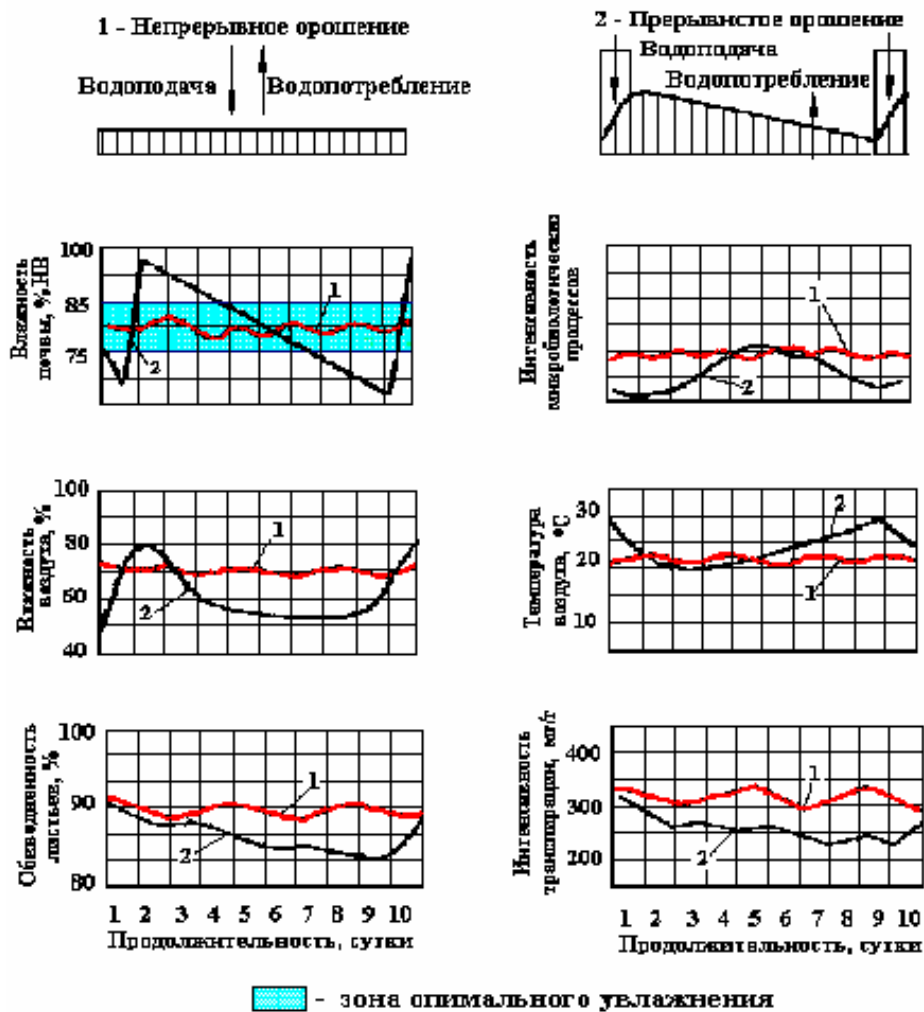


Рисунок 1
Характер изменения факторов, влияющих на рост и развитие растений

При непрерывном орошении, когда объем подаваемой воды на орошаемый участок максимально приближен к объему расходования растением, процессы подачи и расходования непрерывны и характеризуются определенным постоянством составляющих водного баланса орошаемой территории

$$q T_1 = (qИ + qГ + q_{ил.} + q_{пот}) T_1 \quad (2)$$

где T_1 - продолжительность периода.

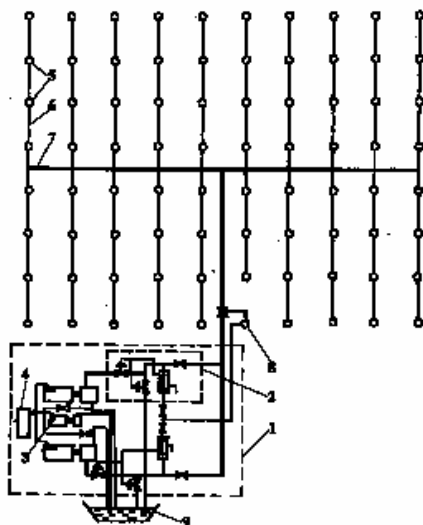
Таким образом, при непрерывном орошении создаются не только оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных растений, но и создание экологически безопасной обстановки на орошаемом участке при снижении затрат поливной воды.

Комплект синхронного импульсного дождевания (КСИД-10) отвечает этим требованиям. Технические и технологические основы импульсного дождевания были разработаны в КазНИИВХ, МГМИ, ВНИИТП. КСИД-10 представляет собой стационарную систему с площадью обслуживания 10 га и включает в себя: насосную станцию, пульт управления поливом, трубопроводную сеть, импульсные дождевальные аппараты. Техническая характеристика ирригационного комплекта синхронного импульсного дождевания представлена в табл. 1. Принципиальная схема ирригационного комплекта представлена на рис. 2.

В КазНИИВХ разработана новая принципиальная схема полива с использованием ирригационных комплектов синхронного импульсного капельно-дождевального орошения (СИКО) - авторские свидетельства СССР №№ 1547781, 1584154, 1667126, Республики Казахстан №10371 и патенты Республики Казахстан №№ 157 и 158.

Таблица 1
Техническая характеристика КСИД-10

Наименование	Показатели
Тип машины	ирригационный комплект синхронно-импульсного дождевания КСИД-10
Принцип работы	автоматический
Площадь полива, га	10
Водоподача за сутки чистой работы, м ³ /га	до 100
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,005-0,04
Коэффициент полезного действия	0,99
Коэффициент земельного использования	0,98
Степень автоматизации процесса, %	100



1 - насосная станция; 2 - генератор импульсов давления; 3 - вакуум-насос; 4 - пульт управления; 5 - импульсный дождеватель; 6 - поливной трубопровод; 7 - распределительный трубопровод; 8 - командный импульсный дождеватель; 9 - аванкамера

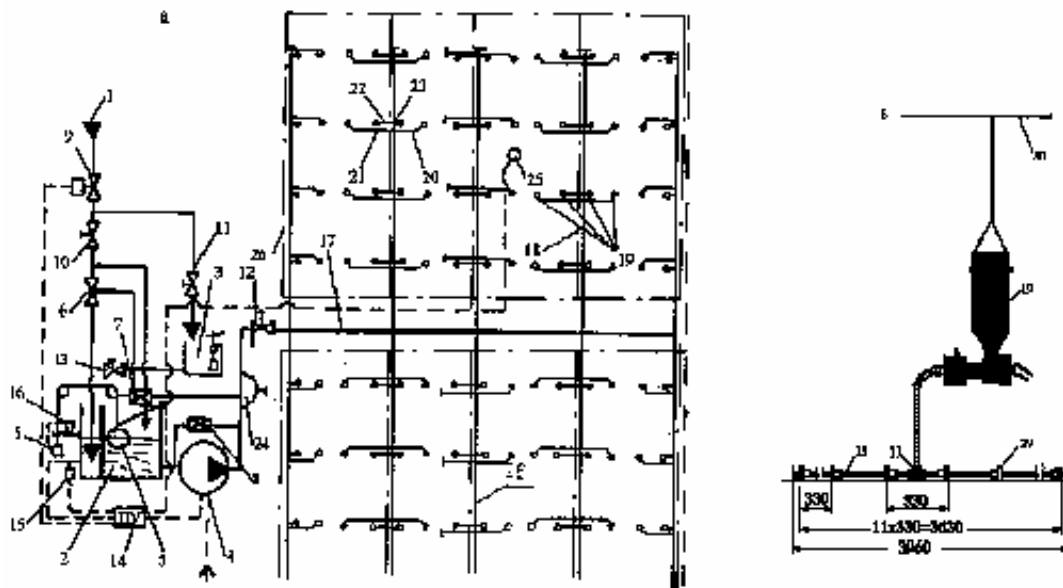
Рисунок 2
Принципиальная схема комплекта КСИД-10

Система (рисунок 3-а) включает в себя накопительные емкости для воды и минерального раствора, пульт управления, устройства для автоматического управления системой и ее аварийной защиты, насосную станцию, запорную и регулирующую арматуру, магистральную и поливную трубопроводную сеть, вантуз, манометры, соединительные трубки, импульсные водовыпуски, трубки-капельницы, заглушки, соединительные тройники.

Одним из основных элементов ирригационного комплекта "Импульс" является импульсный водовыпуск, который в значительной мере определяет качество технологического процесса и его надежность. В КазНИИВХ разработан импульсный водовыпуск с запорным органом в виде полупроводникового резинового клапана (рисунок 3-б), с переключателем режима работы в виде подпружиненного клапана, на основании авторского свидетельства № 1683571 (СССР) и патента № 158 (Республика Казахстан). Принцип действия переключающего устройства основан на изменении давления в водоподводящей сети. При давлении до 0,2 МПа водовыпуск работает по схеме "а и б" (рисунке 4), а при увеличении рабочего давления на 0,1 МПа, с помощью дроссельного крана 8 (рисунок 3-а), устройство работает по схеме "а и в". Ирригационный комплект "Импульс" позволяет создавать условия, при которых растения не испытывают недостатка или избытка влаги как в почве, так и в воздухе.

Исследования по установлению допустимой интенсивности дождя (ДИД) проводились на стоковых площадках и установках и обрабатывались методами математической статистики по общепринятой методике.

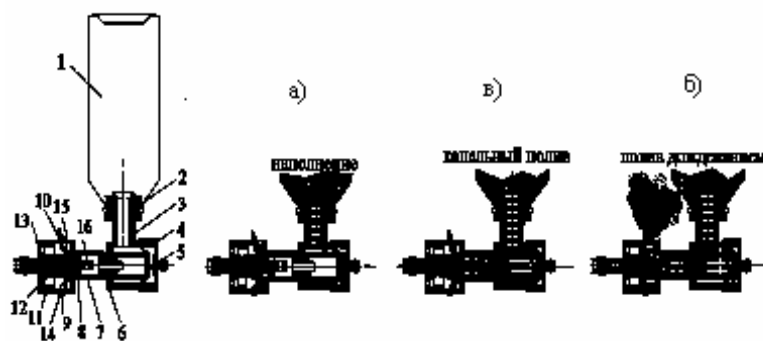
В результате исследований, были получены данные по допустимой интенсивности дождя для различных уклонов местности при продолжительности водоподачи $t=60$ мин и более, установлена эмпирическая зависимость



а - ирригационного комплекта "Импульс"; б - импульсного водовыпуска:

1 - водопровод ТПК; баки: 2 - накопительный, 3 - для удобрений; 4 - насос К 45/30; 5 - следящая система; клапаны: 6 - обратный, 7 - двухходовой, 9 - электрогидравлический; 8 - дроссельный кран; 10-13 - вентили; 14 - пульт управления; 15-16 - конечные выключатели; 17 - магистральный, 18 - распределительный трубопроводы; 19 - импульсный капельно-дождевальная водовыпуск; 20-23 - соединительные трубки; 24 - вантуз; 25 - датчик влажности почвы; 26 - граница секции; 27 - тройник; 28 - трубка-капельница; 29 - гаситель; 30 - шпалера

Рисунок 3
Принципиальные схемы



1 - гидропневмоаккумулятор; 2, 6 - втулка; 3,7 - корпус; 4 - крышка; 5 - клапан полупроводниковый; 8, 10, 11, 14 - кольцо; 9 - поршень; 12, 13 - пружина; отверстия для полива: 15 - дождеванием, 16 - капельного

Рисунок 4

Водовыпуск импульсный капельно-дождевальная с переключателем режима работы в виде подпружиненного клапана

$$\rho_t = \frac{0,0017}{t^{0,11} \cdot \sqrt{i}}, \text{ мм/мин,} \quad (3)$$

где ρ_t - интенсивность дождя, мм/мин;
 i - уклон дневной поверхности почвы;
 t - продолжительность полива.

Для установления допустимой интенсивности дождя нами были проведены аналитические исследования по установлению почвозащитной роли сельскохозяйственных культур при орошении. Многолетними исследованиями определены следующие коэффициенты почвозащитной роли растений, табл. 2:

Таблица 2
Почвозащитная роль растений

№№ п/п	Вид растительного покрова	Коэффициент почвозащитной роли растений, K_p	Коэффициент потерь почвы
1	Оголенная поверхность (пар)	0,00	1,00
2	Пропашные культуры	0,25	0,75
3	Овес	0,75	0,25
4	Пшеница и рожь	0,80	0,20
5	Однолетние травы	0,90	0,10
6	Многолетние травы	0,95	0,05

Вводя его в зависимость (3), можно определить допустимую интенсивность дождя $\rho_{доп}$ при импульсном дождевании различных сельскохозяйственных культур

$$\rho_{доп} = \frac{0,0017}{t^{0,11} \cdot \sqrt{i}} \cdot (1 + K_p), \text{ мм/мин}, \quad (4)$$

где K_p - коэффициент почвозащитной роли растений и для люцерны равен 0,95.

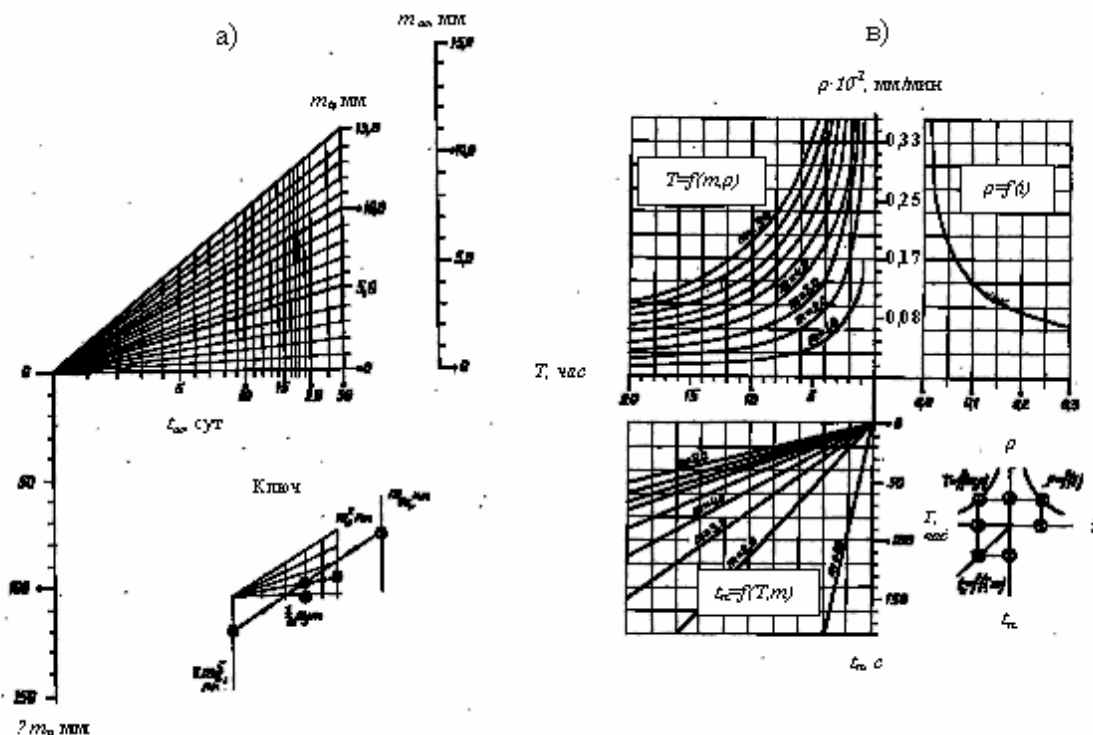
Исследованиями на горизонтальной площадке установлена допустимая влажность почвы при импульсном дождевании равная 87-90 % от НВ в слое 0,5 м, при этом увлажнение верхнего (0,07 м) слоя до 96-100 % от НВ. Дальнейшее продолжение водоподачи приводит к увеличению мощности переувлажненного слоя, образованию луж и потерям воды на глубинную фильтрацию.

Технические параметры комплектов синхронного импульсного дождевания позволяют проводить полив сельскохозяйственных культур в течение части или полных суток, в зависимости от требований орошаемого участка, метеорологических условий и технологических требований при возделывании сельскохозяйственных культур. То есть в отличие от дождевальных машин и аппаратов, работающих в обычном непрерывном режиме, импульсное дождевание позволяет продлить поливное время и осуществлять водоподачу в режиме максимально приближенном к ходу водопотребления сельскохозяйственных культур. Малые подводимые расходы к импульсным дождевателям (до 0,02 л/с) позволяют максимально рассредоточить поливной ток по системе (комплекту) и обеспечить непрерывное водоснабжение в соответствии с текущим водопотреблением (по В.Ф. Носенко - абсолютно синхронное дождевание) [2].

Технологии возделывания сельскохозяйственных культур связаны с периодически повторяющимися видами работ, которые накладывают свои особенности на технологию полива импульсным дождеванием, основанную на ежедневных поливах. За период агротехнического перерыва возникает дефицит почвенной влаги, который необходимо восполнить за возможно короткий период времени [3]. Время работы комплекта (системы) СИД в асинхронном режиме устанавливается по номограмме "а", а интенсивность дождя и поливная норма по номограмме "в" (рис. 5).

Технологии непрерывного орошения ирригационными комплектами синхронного импульсного дождевания, в течение ряда лет, позволило установить достоинства:

- рассредотачивать поливной ток по всему участку, подводимые расходы к импульсному аппарату - 0,05-0,3 л/с, к поливному трубопроводу - 0,25-2,0 л/с, что позволяет снизить затраты на устройство трубопроводной сети в 3-4 раза по сравнению с обычными системами (комплектами) дождевания;
- осуществлять водоподачу в соответствии с водопотреблением растений с учетом изменяющихся метеорологических условий, запасов влаги в активном слое почвы и регулировать в течение суток длительность направленного воздействия искусственного дождя на среду "растение - почва - приземный слой воздуха".
- регулировать интенсивность дождя (0,002-0,08 мм/мин), орошать участки на склонах и маломощных почвах, исключая при этом водную эрозию почв и фильтрационные потери.



а) - ось абсцисс: t_c - продолжительность работы в асинхронном режиме, сутки; ось ординат: $m_{ас}$ - норма водоподачи в асинхронном режиме, мм, m_t - норма водоподачи за текущий период работы, мм, $m?$ - норма водоподачи за агротехнический период, мм; в) - ось абсцисс: T - продолжительность полива, час, i - уклон; ось ординат: ρ - интенсивность дождя, мм/мин, t_n - продолжительность цикла "накопление-выплеск", с

Рисунок 5

Номограммы для определения: а) - режима работы системы СИД, в) - допустимых интенсивности дождя и поливных норм в зависимости от уклона времени и продолжительности цикла "накопление-выплеск"

На основании проведенных исследований установлено, что технология непрерывного орошения сельскохозяйственных культур позволяет осуществлять импульсное дождевание на поливных участках с уклонами до 0,40 без образования ирригационной эрозии почв. Ее применение для полива люцерны на сенокосных угодьях (в сравнении с обычным периодическим дождеванием) обеспечивает:

- при оросительной норме "брутто" 3310-5300 м³/га и коэффициенте водопотребления 7,85-8,11 м³/ц урожайность люцерны 600-640 ц/га зеленой массы;
- при ежедневных поливах снижение температуры воздуха на уровне травостоя до 4-9^oC и повышение относительной влажности воздуха до 10-16 %;
- повышение общего содержания воды в растениях люцерны на 5-30 %, транспирации - 9-20 %, снижение водопоглощающей способности на 9-20%;
- увеличение прироста растений люцерны на 2,0-3,2 см/сутки при интенсивности накопления зеленой массы до фазы бутонизации на 4,5-5,5 ц/га за сутки.

Оборудование импульсного дождевания может быть использовано для внесения вместе с водой слабо концентрированных растворов удобрений, гербицидов и химелиорантов.

Проведение исследований в условиях предгорной зоны Жамбылской области при поливе сельскохозяйственных культур позволили установить техническую применимость систем СИД (табл. 3).

Таким образом, непрерывное орошение ирригационными комплектами синхронного импульсного дождевания целесообразно применять в тех случаях, когда другие способы полива технически и технологически невозможны или нерациональны, например, на маломощных почвах, подстилаемых сильно фильтрующими грунтами, на участках со сложным или горным рельефом.

Анализ преимуществ и недостатков существующей техники орошения в закрытых грунтах показал, что для обеспечения гибкого регулирования среды произрастания растений целесообразно осуществлять сочетание существенно отличающихся между собой способов полива. Так, оснащение гидропневмоаккумуляторов системы импульсного капельного орошения форсунками и механизмом

переключения режима водоподачи позволит проводить импульсное дождевание, а это в свою очередь даст возможность влиять на микроклимат поливного участка.

Таблица 3

Оценка технической применимости систем СИД для орошения пастбищно-сенокосных угодий

Условия применимости	Показатели	
	оптимальные	допустимые
Климатические:		
- дефицит испаряемости, м ³ /га	2000-5000	5500
- скорость ветра, м/с	0-3,0	4,0
- суточная поливная норма, м ³ /га	30-70	100,0
Почвенные:		
- скорость впитывания за первый час, мм/ч	15-10,0	5,0
- глубина почвенной толщи, м	0,5-1,5	0,3
Рельефные:		
- максимальный уклон	0,05-0,25	0,3
Гидрогеологические:		
- глубина залегания минерализованных вод, м	-	2,0
Хозяйственные:		
- высота надземной части растения, м	0,5-1,5	4,0
- глубина распространения основной массы корневой системы, м	0,5-1,0	1,5

Сочетание капельного полива и дождевания позволяет объединить положительные качества, присущие каждому способу в отдельности, устранить ряд недостатков, свойственных им при раздельном применении, и создать принципиально новое оборудование для комбинированных поливов в закрытых грунтах.

Исследования по изучению технологии непрерывного орошения в закрытых грунтах проводились на лизиметрической площадке в тепличном комбинате овощесовхоза "Ровненский" Байзакского района Жамбылской области.

Основной целью исследований являлось установление оптимальных технологических параметров непрерывного полива овощей в условиях интенсивного их выращивания. В соответствии с этим, были поставлены опыты по определению величин суточной водоподачи, её перераспределению в почве, интенсивности полива и его продолжительности (оросительной нормы).

Для установления оптимального режима увлажнения почвы при непрерывном орошении овощей ирригационным комплектом "Импульс" в условиях зимних теплиц предусмотрены схемы поддержания порогов влажности почвы в слое 0-40 см: 65-70, 75-80, 85-90 % от НВ.

В качестве контроля был принят вариант полива овощей с помощью шлангов по бороздам с периодичностью 2-3 суток и поддержанием влажности почвы в слое 0-40 см около 80 % НВ в течение всего периода вегетации растений.

Наблюдения за величиной фильтрации поливной воды из почвенного объема контейнеров позволил установить, что на объем фильтрации большое влияние оказывает объем разовой поливной нормы. Так, при проведении влагозарядкового полива он составил 0,8; 0,8; 1,1 и 1,3 л/м², соответственно, в 1ой, 2ой, 3ей и контрольном схемах. По результатам водно-балансового анализа величины испарения и транспирации при импульсно-капельном орошении томатов, в процентах от объема водоподачи, были одинаковыми и варьировались в пределах 25-27 и 65-70 % соответственно. На контрольном варианте эти характеристики составили 30 и 40 %. Потери на фильтрацию по 1ой, 2ой, 3ей схемах полива составили 2-8 %, а на контроле - 30-45 % от водоподачи (таблица 4).

Сравнительный анализ данных по урожайности томатов показал, что при импульсно-капельном поливе было получено на 16-20 % продукции больше, чем при шланговом. При сравнении вариантов импульсного капельного орошения существенную роль на рост и развитие томатов оказывает влажность почвенного слоя. Так, интенсивность плодообразования 168-суточного растения на 1ой, 2ой, 3ей схемах составляла, соответственно, 0,054; 0,065, 0,056 кг с одного куста в сутки. Дальнейшие наблюдения показывают, что интенсивность плодообразования на 2ой схеме резко снижается до 0,03 кг при достижении возраста растения 229 суток, а на 3ей схеме она падает постепенно на 0,01 кг плодов томатов с одного куста.

По результатам водобалансовых расчётов (табл. 4) установлены коэффициенты водопотребления растений томатов при импульсно-капельном поливе 34,2, 31,3, 35,2 л/кг, соответственно, на 1ой, 2ой и 3ей схемах, а на контроле 40,6 л/кг.

В замкнутом пространстве, при отсутствии ветрового фактора, наиболее простым для установления суточного расхода воды является температура воздуха в блоке теплицы. Сравнительный анализ наблюдений за среднесуточной температурой воздуха (t) на уровне 1,0 м над поверхностью почвы и величинами суточных поливных норм (m), установленным по данным наблюдений за влажностью почвы, позволил установить корреляционную зависимость:

$$m=0,0025 \cdot t^2,16, \quad (5)$$

где, m - поливная норма, л/м²;

t - температура воздуха на высоте 1 м, °С.

Таблица 4
Эвапотранспирация и урожайность томатов

Схема опыта	Составляющие водного баланса, л/м ²								Урожай, кг/ м ²	Коэффициент водопотребления, л/кг
	запас воды на начало периода	водоподача	запас воды на конец периода	накопление воды в почве за вегетацию	фильтрация	испарение	транспирация	эвапотранспирация		
1 схема	124	430	135,0	11,0	8	109,8	301	410,8	12,0	34,2
2 схема	124	500	142,4	18,4	13	135,6	333,2	468,8	15,0	31,3
3 схема	124	560	142,8	25,8	24	151,0	359,2	510,2	14,5	35,2
контроль	124	744	141,2	17,0	219	211,6	296	507,6	12,5	40,6

Величины суточных поливных норм при импульсно-капельном поливе определялись по установленной зависимости. Периодически величины поливных норм корректировались с учётом фактического содержания влаги в расчётном слое почвы.

Изучение влияния технологии непрерывного орошения ирригационным комплектом "Импульс" (в сравнении со шланговым поливом) на продуктивность томатов позволило установить, что:

- при объеме водоподачи 430-560 л/м² и расходе на испарение 25-27 %, транспирацию 64-70 %, объеме фильтрационных потерь 1,8-7 % урожайность томатов составляет 12-15 кг/м²;
- при снижении водопотребления томатов до 50 % урожайность повышается на 25-30 %;
- предельное рассредоточение поливного тока по блоку теплиц при максимальном приближении водоподачи к водопотреблению томатов позволяет снизить энергетические, трудовые и материальные затраты на 20-30 %;

Экономический эффект от внедрения ирригационных комплектов синхронного импульсного дождевания составил - 5507 тенге на 1 гектар и капельно-дождевального орошения - 564415 тенге на 1 гектар.

Литература

1. Лебедев Г.В., Егоров В.Г. и др. Импульсное дождевание растений. Теория и практика. -М.: Наука, 1976. -188 с.
2. Носенко В.Ф. Взаимосвязь техники и режима орошения, их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. // Надёжность и качество технологического процесса полива. -М.: Колос, 1989. - 67 с.
3. Кван Ю.Р., Рабинович А. Особенности технологии импульсного дождевания на участках со сложным рельефом местности. Мелиорация и водное хозяйство, серия "Орошение и оросительные системы", Вып. №8, Экспресс-информация/ЦБНТИ Минводхоз СССР - М. 1988, с.8-14

ГИДРОПЛАЗМА – ОСНОВНОЙ КРИТЕРИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ ВОДЫ РЕКИ ИРТЫШ

В.М. Инюшин, В.В. Юренков

Лаборатория биофизической экологии КазНУ им. Аль-Фараби

Известно, что вода является сильным поглотителем электромагнитных волн в миллиметровом диапазоне. Экспериментальные данные, полученные О.В.Бецким (Институт радиотехники РАН) свидетельствуют о том, что ММ волны низкой интенсивности могут вызвать сложную конвекцию не только в объёме, но и в тонких слоях жидкости, а также способны увеличить гидратацию белковых молекул.

В последних исследованиях биологических эффектов низкоинтенсивных ММ волн, как теоретических, так и экспериментальных, обнаружено, что вода обладает своего рода «памятью», когда молекулы воды «запоминают» факт облучения их ММ волнами, т.е. аккумулируют энергию волн, и затем могут переизлучать её в течении достаточно длительных отрезков времени. Установлено, что вода в жидкой фазе может быть «прозрачной» на некоторых частотах в этом диапазоне (вблизи частоты 65 ГГц).

По результатам исследований В.Е. Холмогорова и др. (НИИ физики Спб ГУ), структурно-динамическая перестройка воды является результатом индуцирования коллективных нелинейных взаимодействий молекул воды, приводящей к образованию пространственно-временных диссипативных структур. Изменения колебательной динамики воды под действием сверхслабого поля вещества проявляется в возникновении диссипативных структур - кластеров, характеризующихся немонотонной зависимостью смещения ИК полосы с максимумом у 5180 1/см, изменением интенсивности ИК полосы колебаний у 600 1/см., в уменьшении термодинамической температуры воды, помещённой в термостат. Структурно – динамические перестройки, уровень и характеристики гидроплазмы определяют биологическую активность воды и, в значительной мере, биологически активных жидкостей (БАЖ), полученных на основе использования «памяти» воды. Обращает внимание, что при реализации ответа воды на энергоинформационное воздействие и ответа организма на воздействие БАЖ не учитываются биофизические характеристики места приготовления, хранения и применения БАЖ.

С позиций монотеистической (механистической) парадигмы, все еще имеющей крепкие корни в медико-биологической науке, воде в живом организме отводится роль обычного вещественного растворителя. С ее помощью осуществляются релаксационные окислительно-восстановительные процессы и обеспечивается структурно-функциональная лабильность биополимеров и активность иных биохимических реагентов метаболизма.

Но, вряд ли, с учетом только электрохимических характеристик, можно будет объяснить ее фазовые перестройки, на воздействие малоинтенсивных флуктуаций в космо-геофизической среде (Инюшин, 1997/99; Шноль, 1981/99), или, при тех же гомеопатических и гравитационных (в центрифуге) эффектах, Лайзан, 1976; Сарчук, 1992). До сих пор, остается неясным механизм «спектральной» и т.н. «патогенной» памяти воды (Лукиянов и др., 1986).

Энергоинформационный аспект биогенных (активированных) водных растворов, по-прежнему, один из актуальнейших вопросов современной биофизики и медицины.

Ранее нами было показано, что такие негативные факторы, как электромагнитный экран (Шабаев, 1982) и лучевое (ионизирующее) воздействие (Инюшин и др., 1984), именно, через водную среду организма, нарушают его биоэнергетику, ослабляют иммунную функцию и механизмы гомеостатической регуляции. В то же время, даже небольшие по объёму замещения «патогенных» водных структур в облученном организме биогенным раствором (по патенту №1813244), способствовали 100%-ной выживаемости животных в течение длительного срока (до четырех месяцев). Наблюдения отмечали нормализацию состава и функций клеток белой и красной крови.

Закономерен вопрос: как это происходит? В чём отличие обычной, «патогенной» и биогенной воды?

Есть основание считать, что обнаруженные ранее разнонаправленные биологические эффекты биогенной воды, активированной излучением гелий-неонового лазера, связаны со специфическими дефектами в структуре этих жидкостей, обусловленные возбуждением комплекса гидратированного электрона и анион - гидроксила (Орлов, Шабаев, 1991). Поэтому, на наш взгляд, развитие представ-

ления об электронном механизме свечения биообъектов в высоковольтном высокочастотном импульсном поле (эффект Кирлиан - Адаменко, 1975), могли способствовать изучению природы различных электронного состояния и на чисто жидкофазных моделях.

Проведён плазмографический анализ по методу Кирлиан, вышеуказанных модельных водных растворов, имеющих одинаковый минеральный состав. На основании полученных данных (фото 1) следует заключить, что под действием упорядоченных лазерных фотонов и вектора магнитного поля земли происходит выравнивание параметров «нового» структурного порядка во всем объеме биогенной воды. Такой результат возможен либо за счет спиновой поляризации гидратированных электронов (Орлов, Шабаев, 1986), или при их взаимодействии с образуемыми гидроплазменными (H^+ , OH^- , O_2 и др.) сгустками (Инюшин, 1997).

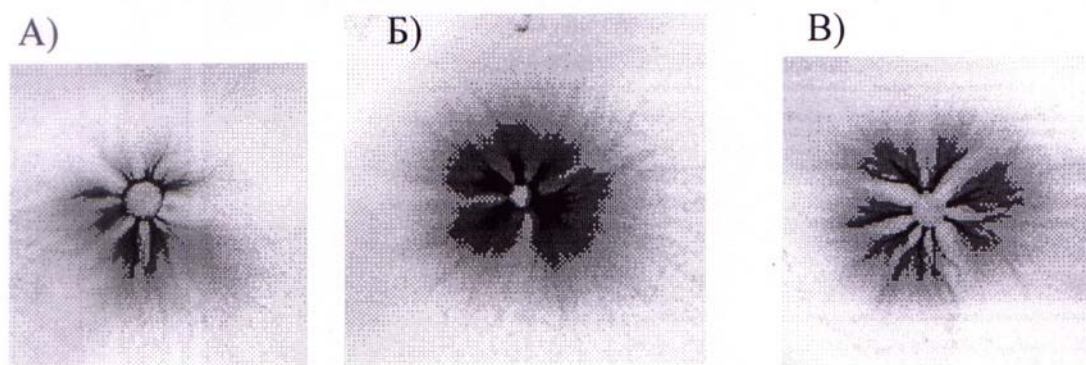


Рис. 1

Плазмограммы обычной воды (А), биогенной (Б) и "патогенной" с H_2O_2 (В):

Фактически, перед нами модель холодного «гидроплазменного тела», как сверхтекучей зарядовой жидкости, состоящей из каналов волнового взаимодействия заряженных частиц. При этом, в ее невозмущенном состоянии, суммарный спин пары зарядов равен нулю и обычная вода в какой-то степени остается электронейтральной (рис. 1, А). Видно, что в биогенной воде (рис. 1, Б) проявляется спиновая поляризация гидратированных электронов, обеспечивающая передачу информации на большие расстояния. Возбужденные состояния комплекса гидратированного электрона с сольватированным анион - радикалом (OH^-) делокализованы во всем пространстве биогенной воды. При более интенсивном возбуждении (рентгеном) обычной воды, возбужденный дефект отрелаксировал, с переходом в более сильное, радикальное (H_2O_2) состояние, где уже нет «плотного» взаимодействия электронных волн с ионизированными частицами (рис. 1, В). В биогенной воде энергия накапливается и хранится длительное время (часы и сутки) в виде волновых пакетов гидратированного электрона с анионгидроксидом и других гидроплазменных зарядов и частиц, включая возбужденные молекулы кислорода (O_2). Все они - наиважнейший источник свободной энергии в живом организме, а значит и здоровья!

Для снижения воздействия техногенного прессинга на элементы агроэкосистемы, снижения последствий ядерных испытаний и аварий, повышения уровня иммунитета людей, Мы предлагаем проект **Биогенизации воды реки Иртыш**.

1. Цель проекта:

На основе использования результатов исследований в области биологоники, биофизических и экологических исследований, реализовать систему оздоровления воды реки Иртыш за счет ее биогенизации. Массовое использование биогенизированной воды населением снижает последствия техногенного прессинга, снимает генетические последствия ядерных испытаний и аварии на Чернобыльской АЭС, повышает уровень иммунитета. Биогенизированная вода дает возможность реабилитировать почвы, улучшить продуктивность пастбищ, снизить ущерб от засух для зерновых до минимума.

2. Научное обоснование проекта:

Проект разрабатывается с 1988 г. на основе новой биофизической концепции биоэнергетических структур. Разработки выполнены на высоком научно-техническом уровне. Получено более 50 патентов многих стран мира (Япония, США, Канада, Германия и др.). Исследования показали, что главным последствием ядерных испытаний является накопление в живых клетках растений, животных, человека «патогенной» воды. Патогенная вода возникает при стойких изменениях электронных структур

(спиновых характеристик) воды при действии токсических веществ, тяжёлых металлов, ионизирующей радиации, радионуклидов и других факторов ядерных взрывов. Эти факты не были известны мировой науке. Стало ясно, что ликвидация «патогенной» воды из организма человека должна стать генеральной линией в стратегии борьбы с вредными последствиями ядерных испытаний, других факторов техногенного прессинга. Вторым, очень важным феноменом последствий ядерных взрывов, влияния других техногенных факторов, является снижение гидроплазмы в водных источниках бассейна реки Иртыш, Сырдарья, Или – Балхашского региона. Это было доказано прямыми исследованиями плотности электронных микротоков в воде, а также электронно-ионных структур с помощью плазмографии.

В экспериментах было показано, что биорезонансная активация дает возможность устранить феномен «патогенной» воды, увеличивая содержание гидроплазмы в ней, т.е. можно создавать биогенную воду как наиболее адекватную эндогенной воде живых клеток. Полученные результаты обсуждались и получили одобрение на Международных, Республиканских научных конференциях, опубликованы в десятках научных публикаций. Следовательно, создано научное обоснование для реализации I этапа проекта «Биогенизация воды рек Иртыш».

Ситуация для Казахстана и Западно-Сибирских областей России осложняется в связи с изъятием значительной части стока р. Черный Иртыш со стороны Китая. На втором этапе мы предлагаем ряд мер по нейтрализации водного дефицита. Река Иртыш обеспечивает водой почти треть населения нашей страны и более 3 млн. жителей Казахстана и России. Самый большой запас пресной воды (50 км³) накоплен в Бухтарминском водохранилище. Мы считаем, что первые станции по биогенизации воды могут быть смонтированы в нижнем бьефе Бухтарминской, Усть-Каменогорской, Шулбинской ГЭС. Предлагается, на базе речного флота Верхне-Иртышского пароходства, создать передвижные станции по биогенизации воды с агрогидро модулями для поддержания высокого уровня самоочистки воды реки Иртыш.

3. Реализация проекта складывается из двух этапов:

На первом этапе осуществляется монтаж биорезонансных станций в нижнем бьефе Бухтарминской ГЭС. На специальных плавучих понтонах монтируют модули для биорезонансной активации обогащенной кислородом речной воды, прошедшей через турбины. Потребляемая электрическая мощность такой станции биогенизации составит не более 50 кВт. Чуть ниже по течению будет закреплена цепь агрогидро модулей (плавучие теплицы с высшими растениями). Всю эту систему можно смонтировать сразу же за выходом воды после турбины с длинной цепью агроклеток (до 300-400 м). Работа стационарных станций биорезонансной активации воды значительно ускорит процесс биоочистки воды.

Изготовление станций для биогенизации воды может быть налажено на АО «Серебрянский завод неорганических производств» (Восточно- Казахстанская область). На Бухтарминском водохранилище в п. Прибрежном имеется судоремонтный завод, где эти модули могут быть изготовлены и смонтированы. Нужно использовать этот завод для экологической промышленности — очистки рек.

Станция для биогенизации и агрогидро модули должны быть установлены в нижнем бьефе Усть-Каменогорской ГЭС. Такие агрогидро модули могут создавать условия для быстрой самоочистки речной и озёрной воды с целью ликвидации «патогенной» воды и восстановления ее биогенности. Шулбинское водохранилище будет работать как отстойник - накопитель «биогенной» воды. Отсюда по трубопроводу самотеком или насосами вода может быть подана во все населенные пункты вокруг ядерного полигона и будет использоваться как питьевая, для

возделывания овощей, приготовления хлебопродуктов и т.д. Будут созданы базы для замещения «биогенной» водой «патогенных» водных структур в организме сотен тысяч людей, в том числе и в городах Семипалатинске, Павлодаре, Караганде и др. «Биогенная» вода будет оживлять всю пойму р. Иртыш, где заготавливается огромное количество сена для скота. «Биогенный» корм улучшит здоровье больших масс молочного и мясного скота, рыбной продукции Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Карагандинской областей, а это скажется на уменьшении заболеваемости населения, уменьшении смертности (на 10-15%) и повышении рождаемости (на 10-20%). Более 50 м³ сек «биогенной» воды улучшат здоровье жителей г. Караганды в связи с функционированием при насосных станциях на канале Иртыш-Караганда трех станций по биогенизации воды. Установки биогенизации должны быть смонтированы на ветке трубопровода от канала Иртыш-Караганда в столицу Казахстана — г. Астану, где качество воды очень низкое. В недалеком будущем, такая вода может быть подана в г. Жезказган и пополнить сток реки Сарысу.

Предполагается организация причальных стенок при плотинах Иртышской ГЭС для дирижаблей и аэростатов для перевозки больших масс биогенной воды для населения глубинных степных районов

Центрального Казахстана, а также для капельного орошения зерновых полей и пастбищ в случае засухи. Это позволит увеличить сборы зерна, картофеля, овощей, повысить продуктивность пастбищ, в целом «оздоровить» почву, пострадавшую от ядерных испытаний, выпадений гептила. Биогенная вода повысит иммунитет овец, крупного рогатого скота, верблюдов и лошадей. Транспорт воды с помощью дирижаблей экологически выгоден и даст небывалый эффект для развития сельского хозяйства. Кроме того, дирижабли и аэростаты могут быть использованы для тушения лесных и степных пожаров, которые наносят колоссальный экологический и хозяйственный ущерб стране.

4. Экономическая эффективность и стоимость проекта — I этап.

Считаем, что проект не имеет альтернативы, так как глобально решает задачу ликвидации последствий ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, снижает негативное воздействие техногенного перессинга на агроэкосистему. На реализацию I этапа проекта необходимо 11,5 - 12 млн. долларов. Срок реализации проекта 2-3 года. Через 4 - 5 лет будут получены положительные результаты — снижение детской заболеваемости на 20-25%, снижение общей заболеваемости на 30%. Снижение смертности, минимум, на 10% и повышение рождаемости на 10 - 15%. Повышение урожайности зерновых на 25-30% за счет капельного орошения полей и пастбищ с помощью дирижаблей и аэростатов, повышение производительности животноводства не менее 20% 5.

5. Реализация второго этапа проекта.

Цель второго этапа — создание страхового запаса пресной воды для населения. Вторым этапом займет больше времени и потребует больше финансовых средств. Проблема разрешается соединением в единую гидросистему реку Иртыш - озеро Балхаш - реку Сырдарья. Прежде всего, — это строительство водовода канала Катунь – Иртыш – Балхаш – Чу - Арал. Он может дать почти 200 м³/с. природной питьевой «биогенизированной» воды жителям Прибалхашья и Приаралья. Первая станция должна быть смонтирована после тоннеля на Катунь - Бухтарминской ГЭС.

С Россией нужно договориться о перекачке части стока верхней Катунь в сторону Казахстана. Взамен Россия получит для жителей Омска, Тобольска, Алтайского края и других населенных пунктов «биогенную» воду. Вторая станция может быть установлена в нижнем бьефе Аягузской ГЭС на р. Аягуз. «Биогенную» воду по водоводу получит оз. Балхаш, р. Чу и север Шымкентской и Кызылординской областей. Проект оценивается в 217 – 220 миллиардов тенге. Однако, он решает и проблемы аварийного водоснабжения на юге в случае катастрофической засухи. Улучшится экологическая ситуация и в Приаралье и на Аральском море.

Сейчас возникла проблема изъятия части стока Черного Иртыша Китаем. Черный Иртыш имеет расход около 300 м³ с. Где взять воды, если Китай на орошение возьмет около 100 м³ с из Черного Иртыша? Возможен ли II этап проекта «Биогенизация воды р. Иртыш»? Думаем, что есть выход и из этого тупика:

а) Первый резерв в бассейне реки Кара - Каба и Ак - Каба (41 м³ с + 18 м³ с) итого 59 м³ с.

б) Дополнительно воду можно получить за счет сокращения водного зеркала верхней части Бухтарминского водохранилища (строительство дамбы 16-17 км для перекрытия маловодной части залива восточное с. Куйган, напротив бывшей пристани Каракас). Аналогичную дамбу можно построить на западном участке разлива оз. Зайсан. Дамбы дадут прирост пресной воды не менее 20 м³/с за счет уменьшения испарения.

в) За счет обустройства малых рек правобережья и левобережья реки Иртыш, особенно это касается таких рек как Уйдене, Кокпекты, Кендерлык, Курчум, Буконь, Нарын, Чар, Кызылсу, Уланка, Аблакетка и сотен других можно получить не менее 30 м³ с .

Иртышу Катунь-Бухтарминский тоннель даст не менее 70 м³/с. воды.

Следовательно, при поэтапной реализации проекта мы сможем получить до 180 м³ /с дополнительной воды на случай отвода воды из Черного Иртыша китайской стороной. Полноводный Иртыш - это благополучие огромной территории нашей республики (г.Астана, г.Караганда, в будущем - г.Жезказган). Иртыш может улучшить ситуацию на Балхаше, поддержать р.Чу вплоть до бассейна р. Сыр-Дарья и р. Аму - Дарья.

Созданный экологический флот из агрогидромодулей, буксируемый по поверхности рек и водоемов может перемещаться в зоны аварийных сбросов, что ускорит биоочистку больших поверхностей воды рек Иртыш, Урал, Сырдарья, оз. Балхаш, загрязненных нефтью, фенолами, ПАВ и т.д.

Иртыш может стать источником воды для Средней Азии, но необходима биогенизация этой воды. Переброска даже небольшой части Иртышской воды создаст условия для удовлетворения потребностей в биогенизированной пресной воде не только Казахстана, но и России, Китая, Узбекистана.

Для снижения сроков окупаемости и повышения экономической эффективности проекта предусматривается создание на Бухтарминском, Ульбинском водохранилищах, в окрестностях города

Усть-Каменогорска, осетровых, лососевых хозяйств. Анализ опыта США, Канады показал, что такие хозяйства позволяют получать до 50% прибыли, извлекаемой из эксплуатации ГЭС.

Выводы

1. Проект решает проблему ликвидации последствий ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, Чернобыльской катастрофы и Челябинской аварий, снижение последствий техногенного прессинга за счет биогенизации воды бассейна реки Иртыш, рек Сырдарья и Амударья. Техническое решение - монтаж биорезонансных станций при Иртышской ГЭС и насосных станциях канала Иртыш-Караганда, строительство биорезонансных станций на реках Амударья и Сырдарья. Реализация Проекта улучшает экологическую ситуацию не только в Казахстане, но и в Омской и Тюменской областях России.

2. Реализация I и II этапов проекта обеспечит питьевой "биогенной" водой Приаралье и районы города. Кзыл-Орды, Узбекистана и Китая.

3. Создание рыбоводческих осетровых и лососевых хозяйств при биогонических комплексах, будет содействовать экономическому развитию регионов.

4. Создаются условия для устойчивого развития сельского хозяйства за счет аэроэрозионного капельного орошения биогенной водой, что даст колоссальный экономический эффект. Казахстан станет устойчивым производителем высококачественного зерна и мяса.

5. Реализация I этапа проекта, уже через 4-5 лет, снизит детскую заболеваемость (особенно по гепатиту) на 20-25%. Общую заболеваемость населения по инфекционным болезням (туберкулез и др.) на 15-20%. Будет снижаться процент онкологических больных не менее чем на 15-20%, количество наследственных заболеваний. Повысится общий иммунный статус населения, снизится смертность минимум на 10% и повысится рождаемость на 10-15%.

Считаем, что на реализацию проекта необходимо направить средства, выделяемые ООН и другими международными организациями в рамках проекта борьбы с последствиями ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне.

Литература

1. В.М. Инюшин, В.В. Юренков. Биологическая ценность воды – фундамент устойчивого здоровья населения Республики Казахстан. Материалы Международной конференции «Актуальные проблемы оздоровления населения природными факторами», Алматы, 30 – 31 мая 2002 года.

2. В.М. Инюшин, В.В. Юренков. Гидроплазма – основной критерий биологической поноценности воды. Журнал «Новости Мемстандарта», №4, 2002 год

3. Инюшин В.М., Ильясов Г.У., Непомнящих И.А. Биоэнергетические структуры теории и практики. – Алматы, 1992 г.

4. Инюшин В.М. Реализация проекта «Живая вода Иртыша» - реальный путь к реабилитации здоровья населения пострадавшего от ядерных испытаний. – Материалы научно-практического выездного семинара 1-го Международного антиядерного альянса. – Алматы: Казахстан, МАД «Невада-Семипалатинск», 1994 г.

5. Инюшин В.М. Гидроагроэлектростанции как центры биоэнергетической реабилитации среды и человека. Гидротехническое строительство №9, Москва. Энергоатомиздат. 1991 г.

6. Инюшин В.М., Юренков В.В. Возможности применения биофизических методов в прогнозировании землетрясений, экологии, оздоровлении людей. – Тезисы докладов международной конференции ЮНЕСКО, Алматы, Казахстан, 1999 г.

7. Инюшин В.М. Биоплазма – феномен жизни. – Тезисы доклада международного симпозиума «Биоплазма – феномен жизни», Алматы, 1997 г.

8. Юренков В.В. Биогоника. Перспективы прикладного применения. Опыт разрешения проблем. – Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Биофизика – XXI век (Актуальные проблемы современной биофизики)».

9. Пятов Е.А., Юренков В.М. Промышленное получение экологически полноценной воды с применением биофизических методов на линии розлива ТОО «Кокшетау минводы». - Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Биофизика – XXI век (Актуальные проблемы современной биофизики).

ПОДСЕКЦИЯ 2. ЭКОЛОГИЯ ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОД ПОВЫШЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Г.В.Стулина*, Ю.И. Широкова*, А.Н. Морозов**

*САНИИРИ им. В.Д. Журина, **Объединение «Узводпроект»

Воды повышенной минерализации в республиках Центральноазиатского региона встречаются повсеместно и особенно часто в нижнем течении рек, из-за сброса в них дренажных стоков с вышележащих орошаемых территорий. В низовьях основных рек Сырдарья и Амударья минерализация речной воды достигает 1,5-2,0 г/л. В периоды вегетации на территориях, с дефицитом оросительной воды хорошего качества (в маловодные годы практически повсеместно), на полив используют дренажно-сбросные воды с минерализацией до 3 -5 и более г/л.

Большой объем использования возвратного стока в общем водохозяйственном балансе в бассейне Арала резко отрицательно влияет на окружающую среду и представляет собой большую экологическую проблему. Однако это вынужденная мера, обусловленная, с одной стороны, дефицитом в регионе водных ресурсов, а, с другой стороны, - техническим несовершенством действующей оросительной сети и применяемых способов орошения, при которых избежать потерь воды и образования возвратного стока практически невозможно.

На оценку пригодности воды для орошения влияют: её минерализация и химический состав; водно-физические свойства, гранулометрический состав и засоленность почв; степень естественной и искусственной дренированности земель; общие климатические условия; условия залегания и химический состав грунтовых вод; нормы, режим и способ орошения; агротехника и особенности сельскохозяйственных культур.

Поскольку условием безопасного применения вод повышенной минерализации является также достаточно высокая водопроницаемость почвы, предотвращающая накопление солей в зоне аэрации, то их следует использовать, прежде всего, для орошения почв, легких по гранулометрическому составу (рис. 1).

Особенностями почв южной части Центральноазиатского региона, где в основном развито орошение, являются: преобладание в гранулометрическом составе фракций пыли и малое содержание ила, вследствие чего они малогумусны и имеют малую ёмкость катионного обмена (до 20 мг-экв/100 г). Почвы почти 300 тыс. га орошаемых земель в различной степени гипсированы, практически повсеместно содержат много кальция и поэтому имеют высокую буферность. Вышеизложенное обуславливает почти полное отсутствие процессов солонцеватости почв в орошаемой зоне и достаточно легкую обратимость процессов засоления.

Возможность использования минерализованных вод в Центральноазиатском регионе для орошения или промывок определяется не только физико-химическими свойствами почв, но качеством вод по химическому составу.

В соответствии с зарубежным и отечественным опытом при поливе минерализованной водой на подверженных засолению почвах продуктивность культур может быть достигнута, при использовании соответствующих методов управления и при благоприятных условиях окружающей среды [1-3].

Теоретической основой использования для орошения высокоминерализованных вод является то, что концентрация солей в них значительно ниже, чем в почвенных растворах. Для орошаемых почв оптимальная концентрация солей в почвенных растворах -3-5 г/л. При более 6 г/л наблюдается слабое угнетение роста растения, 10-12 г/л – сильное угнетение, при 25 г/л растение гибнет [2]. Объем и качество возвратных вод Узбекистана (табл. 1).

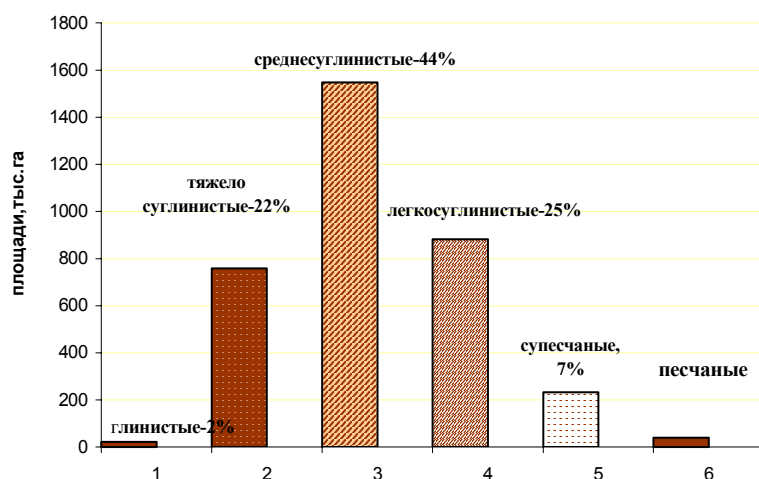


Рис. 1
Гранулометрический состав орошаемых почв Узбекистана (Узерлойха, 1999 г.)

Таблица 1
Объемы и качество возвратных вод в Узбекистане²

Бассейн реки	Объём, млн. м ³			Положение по течению реки	Качество		
	Возвратный сток	Внутриконтурное использование			Минерализация дренажных вод, г/л	Показатель SAR	
		Фактический	Можно использовать, без переборки стока				
Сырдарьи	15503	885	6227,4	Верхнее	0,90 -2,4 ³	1,04 - 4,11 ⁴	0,82-2,80 ³
				Среднее	3,40-8,45	2,00- 15,00	2,20-18,20
Амударьи	22499,5	1715,9	2869,8	Верхнее	1,55 -2,36	0,3 - 13,82	0,67-20,94
				Среднее	3,11-8,10	2,06 - 15,26	3,6-18,04
				Нижнее	2,02 - 4,34	3,39 - 12,80	5,39-24,70
Всего по басс. рек Сырдарьи и Амударьи	38002,5	2600,9	9097,2	-	0,9 -8,10	0.3 -15,26	0,67-20,94

Анализ химического состава свыше 3000 проб воды, взятых в различных зонах ЦАР (региональные проекты (Вуфмас, ИВМИ, Коперникус, ОИМР и др.), и проверка их на опасность осолонцевания почв показали, что показатель SAR не превышает средне-опасного уровня по токсикации растений (3-9) [4]. Это иллюстрирует приведённая на рис.2 выборка данных (357 шт.), по более 10 –ти объектам, расположенным в верхнем и среднем течении Сырдарьи, верхнем, среднем и нижнем течении Амударьи), с диапазоном минерализации от 0,215 до 70 г/л. Из рисунка видно, что при минерализации воды от 0,3 до 6,0 г/л SAR не превышает 9. В соответствии с классификацией принятой ФАО [4], практически все исследованные дренажные воды не опасны по влиянию на фильтрационные свойства почв (при SAR в интервале от 3 до 20, минерализация воды, соответствует требуемым условиям, и во всех пробах выше, чем 0,5 - 2 г/л).

На рисунке 2 показана связь SAR вод и почвенных растворов с их общей минерализацией. Из графиков видно, что в Узбекистане не опасному уровню токсикации растений, соответствуют воды с

² По данным Водпроекта за период 1988-1998 гг (с уточнением наличия стоков в маловодные годы по основным коллекторам)

³ По данным служб Минсельводхоза (межхоз. коллектора)

⁴ По данным анализов, лаборатории ПИИП САНИИРИ (преимущественно внутрихоз. коллектора)

минерализацией до 2 г/л, (почвенные растворы до 4 г/л, SAR = 3); средне опасному уровню – воды с минерализацией до 6 г/л и почвенных растворов до 9 г/л (SAR = 9). При более высоких концентрациях солей в водах и почвенных растворах (SAR выше 9) -токсическое воздействие солей на растения повышенное.

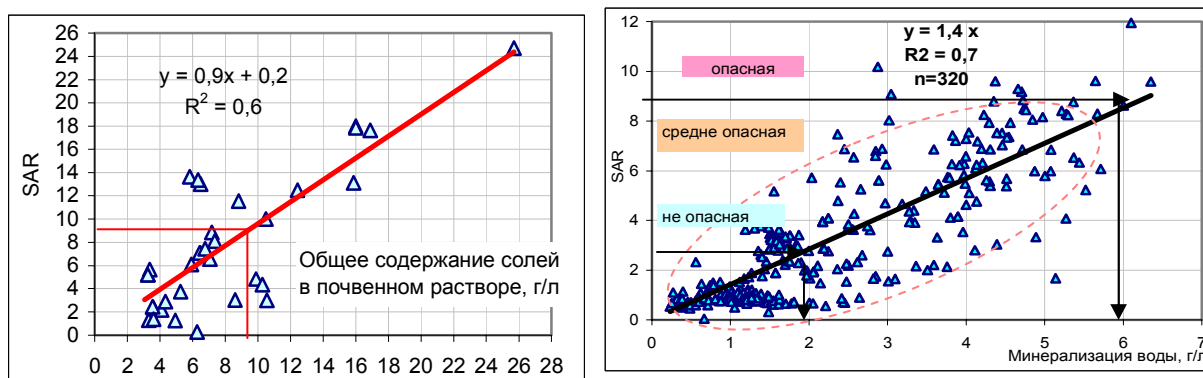


Рис. 2
Показатели SAR для минерализованных вод и почвенных растворов по республикам ЦАР

На практике для участков орошения, можно ожидать необеспеченного оттока вод подпора минерализованными грунтовыми водами, в сезоны высокого испарения и недостаточного оперативного контролирования ситуации. В этой связи следует более осторожно использовать воду с минерализацией свыше 5 г/л, при этом обязательно следует учитывать вид орошаемых культур (табл.2), поскольку местные сорта некоторых культур могут быть более чувствительны к солям. Для выращивания солеустойчивых культур (хлопчатник, озимая пшеница) применение дренажных вод для покрытия дефицита оросительной воды весьма перспективно.

Если опасность процессов осолонцевания почв при использовании минерализованных вод отсутствует, наиболее важной может оказаться опасность вторичного засоления почв.

Сточки зрения экологической безопасности применение соленых вод для орошения почв, не должно приводить к их засолению и ухудшению свойств.

Таблица 2

Уровни минерализации оросительной воды, обеспечивающие отсутствие урожая (по данным ФАО)

Сельскохозяйственная культура	Минерализация оросительной воды, г/л	
	Без ущерба для урожая	10% ущерб урожайности
Хлопчатник	5,3	6,7
Сахарная свекла	4,3	6,0
Зерноколосовые	4,4	5,7
Кормовые	2,4	3,2
Рис	2,4	2,8
Люцерна	1,5	2,4
Овощебахчевые	1,5	2,0
Картофель	1,3	1,2
Виноград	1,2	1,3
Плодовые деревья (сады)	1,3	1,6

В табл.3 приведены условия собственных опытов авторов по орошению хлопчатника и промывкам засоленных почв минерализованной водой.

Таблица 3. Экспериментальные данные и результаты опытов по воздействию, минерализованных вод на почвы

Место проведения опытов	Качество используемой воды		Условия опытов				Изменение (до / после применения вод)			Выводы	Авторы, годы проведения опытов
	Минерализации, г/л	SAR	Характеристика почв		Вода		Степень засоления почвы	Содержание обменного натрия, в % от суммы	Содержание обменного магния, в % от суммы		
			Сложение профиля почв по мех. составу	Емкость поглощения, мг-экв/100 гр	Дренажность (УТВ)	Оросительная норма, тыс.м ³ /га					
Среднее течение р.Сырдарья (Голодная степь)	1,3 - 5,9	1,8 - 9,5	Среднесуглинистые и тяжелосуглинистые с прослойками глин	7,0 - 9,0	5 - 10 (2,0-2,5 м)	Вегет. 3,5-9,6 невегет. 1,8-2,5	Незасоленные Na - 1 мг-экв./100 г Слабое - 3 мг-экв./100 г	До - 7% после - 16%	Увеличение на 10-15 %	Незначительные изменения свойств почв, связанные с засолением и обратные при промывке (ежегодная промывка пресной водой 2,4 м ³ /га)	Морозов А.Н.(1986)[5]
Среднее течение Сырдарья (Голодная степь)	3,0 - 12,0	8,9 - 25,6	Супесчаные, уплотненные, гипсовые	4,8 - 7,5	Обеспечен дренационный сток	Промывные нормы, 6,8 - 9,0	Солончаки - Cl ₁ ,% 0,334 Слабое - 0,031- сильное 0,099 %	Снижение с 3,54 до 0,18 мг-экв./100 гр	Снижение с 4,3 до 1,0 мг-экв./100 гр (в отл случ; увел. от 0 до 2,6)	Промывная норма до 7-9 тыс.м ³ /га минерализованной (3-12 г/л) воды обеспечивает рассоление почвы по хлору до концентрации его в воде. Содержание обменного натрия коррелирует со степенью засоленности почв, т.е. обратно. Количество обменного магния равно такому в водной вытяжке после промывки	Широква Ю.И.(1986)[6]
Верхнее течение Сырдарья (Ферганская долина)	4,0 - 7,0	1,0-3,3	Средне - и лёгкосуглинистые, гипсовые	6,1-7,7	Обеспеченная	5,2	слабая Есе=3,5 dS/m (п.о.1,2 %) средняя Есе=5,9 dS/m (п.о.2,0 %)	до 27,5 % после 33,4 %	до 9,6 % после 16,6 %	Нарастание содержания поглощённого натрия и магния в почвах связанное с увеличением степени засоления почвы	Стулина Г.В.(2001)
Сурахандинская обл. Шерабадский район	1,5 - 3	Не учтено	Тяжелые суглинки	не учтено	12,5 м ³ /сут, при напоре над дренажной 1м	От 6,5 до 8,5 в зависимости от напорности грунтовых вод	Поддерживается в беззасоном режиме (по заданному суммарному - осмотическому давлению почвенной влаги + матричный потенциал почвы)	Не моделировалось	Не моделировалось	Для поддержания заданного режима необходимо повысить оросительную норму, добавляя к ней промывную дозу	Морозов А.Н. (2002) с использованием данных ПИИП (2001)

На средне- и лёгкосуглинистых гипсированных почвах Ферганской долины (до 55 % гипса, сумма поглощенных оснований - 6,1 - 7,7 мг-экв/100 г) в начальной стадии развития хлопчатника при поливах водой с минерализацией до 4 г/л, а в последующем до 7 г/л, существенного ухудшения свойств почв не происходит. В почвенном поглощающем комплексе отмечается вытеснение кальция натрием и магнием (на 5-6 % от суммы).

Установлено, что увеличение содержания поглощённого натрия в почве связано с увеличением степени её засоления и имеет обратимый характер, то есть при промывке и орошении обычной речной водой соотношение обменных катионов натрия и магния снижается, а кальция - увеличивается (рис. 3).

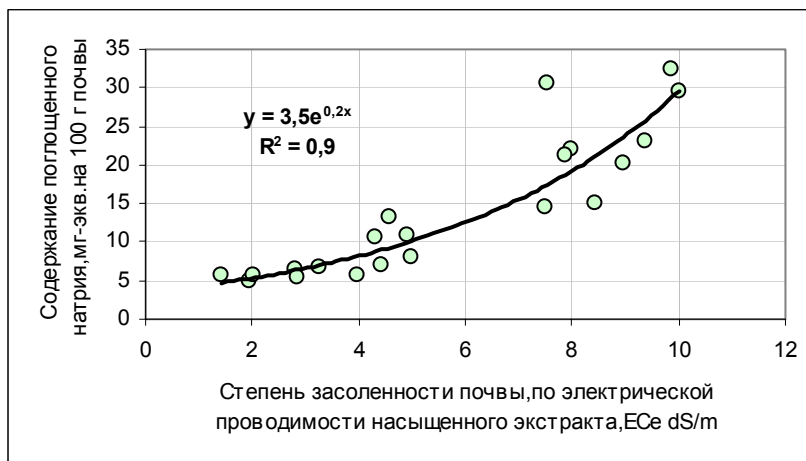


Рис.3

Связь между засоленностью почв и содержанием поглощенного натрия в условиях Голодной степи (данные С.Маматова, 2001 г)

В опыте, проводившемся в Голодной степи течение шести лет, при орошении хлопчатника и люцерны водой с минерализацией до 5,3;5,9 г/л (при SAR до 9,9), с водоподачей в период вегетации до 5-5,5 тыс. м³/га воды и промывкой в невегетационный период водой до 1,5 г/л в объеме 2,4 тыс. м³/га установлено следующее. При общей недостаточной дренированности территории и хороших профилактических мероприятиях отмечена тенденция многолетнего накопления солей за счет применения для поливов минерализованных вод. Содержание солей, а также поглощенных катионов в почве менялось сезонно, в зависимости от качества воды, соотношения норм оросительных и промывных поливов. Отмечено увеличение поглощенного натрия в почве, достигшее на шестой год орошения 15 – 25 % к исходному содержанию, которое, в свою очередь, повлияло на величину скорости впитывания воды в первые часы наблюдений. Других изменений свойств почв (капиллярные свойства, полевая влагемкость, предел текучести и пластичности) при сравнении орошения обычной водой и минерализованной, не отмечено. Однако установлено, что орошение водой свыше 1,5 г/л приводит к снижению урожаев, как хлопчатника, так и люцерны [5].

Возможность промывок с использованием минерализованных вод основана на более высокой концентрации солей в почвенных растворах засоленных почв по сравнению с таковой в воде. Для оценки степени минерализации воды, приемлемой для промывки засоленных земель, можно предположить, что почвенный раствор можно опреснить до уровня концентрации, соответствующего уровню минерализации воды.

При использовании минерализованных вод для промывки следует учитывать, прежде всего, степень засоления почвы и её механический состав. Воды повышенной минерализации наиболее целесообразно использовать для промывки средне - и сильнозасоленных, лёгких по механическому составу почв (супеси, лёгкие суглинки) при залегании грунтовых вод ниже 2,5 м (т.е. при хорошо работающем дренаже).

Поскольку хлор-ион является несорбируемым, содержание его в почве после промывки можно просчитать по формуле:

$$S = \frac{C * V}{1000} \quad (1)$$

где

S – процентное содержание хлор - иона в почве, %

C – концентрация хлор – иона в воде, г/л;

V – предельная полевая влагоёмкость (ППВ), % к массе

Если почва слабозасолённая (содержание хлор–иона не более 0,035 %, то концентрация хлора в почвенном растворе согласно (1) $C = S * 1000 / V$ (2), откуда $C = 0,035 \times 1000 / 19^5$, 1,84 г/л.

$$C = S * 1000 / V \quad (2)$$

Следовательно, если вода, используемая для промывки, содержит даже 1,8 г/л хлор-иона, она может, (при создании свободного оттока влаги вниз) промыть почву до слабой степени засоления (содержание 0,035 % хлора).

Наблюдения за проведением промывок показывают, что в ряде областей Узбекистана (Сырдарьинская, Джизакская и Хорезмская) имеются серьёзные проблемы с отведением промывных вод дренажем. Во многих случаях систематический полевой дренаж не работает или отсутствует вообще, а коллектора не могут обеспечить равномерное понижение грунтовой воды и создать тем самым нисходящие токи воды для вымывания солей. В этих условиях применять для промывки почв соленые воды, следует осторожно, тщательно учитывая конкретные условия, такие как фильтрационные свойства почвы и обеспечение оттока воды на участках промывки.

Расчеты количества дополнительной воды требуемой для поддержания концентрации солей в почвенном растворе, не вредящей урожаю при использовании минерализованных вод на легких почвах (легких суглинках, супесях и песках), показали следующее:

- при минерализации воды 2 г/л, норму надо увеличивать на 5-7 %,
- при минерализации воды 3 г/л – на 20 %, а при 4 г/л до 30 -50 %.

На средних суглинках, даже при минерализации воды 2 г/л подачу воды надо увеличить на 10 %. Насколько реальна возможность такого увеличения оросительной нормы, зависит от многих показателей, но прежде всего от глубины грунтовых вод и от дренированности участка, которая должна возрастать, в соответствии с увеличивающейся нагрузкой.

Для разработки подходов к управлению вводно-солевым режимом почв, мы провели моделирование влаго-солепереноса в почвах при использовании для орошения вод повышенной минерализации.

Особенностью используемой при прогнозах модели, основанной на решении известного уравнения Ричардса, является то, что в ней рассматриваются процессы влаго-солепереноса в зоне аэрации совместно с переносом влаги в подстилающих грунтах с учетом их гидрогеологических особенностей (проводимости, напорности). В модели при проведении данных прогнозов были заданы условия на прогнозирование влаго-солепереноса при автоматически настраиваемом режиме орошения в вегетационный период, обеспечивающим агротехнические требования (влажность и солесодержание корнеобитаемого слоя той или иной культуры). Чтобы учесть совокупное влияние этих двух факторов на рост и развитие растений, в модели использована существующая гипотеза, по которой действие осмотической составляющей полного потенциала влаги в почве равнозначно действию капиллярно-сорбционной составляющей [8-10].

С помощью вышеупомянутой модели, разработанной с участием одного из авторов (А.Н. Морозов), проведен прогноз годовой оросительной нормы во времени, в зависимости от заданных условий (исходное засоление в вариантах прогнозов: слабое, среднее и высокое, при минерализации оросительной воды -1,5 г/л и 3,0 г/л).

Моделирование выполнено для реальных климатических данных 2001 года, почвенных и других условий опытного участка в Сурхандарье (Шерабадский район), исходя требований создания условий для 100% урожая. Результаты моделирования представленные на рис.4. показали, что для поддержания оптимальных для растений условий в многолетнем периоде:

- даже при слабом исходном засолении и минерализации поливной воды 1,5 г/л затраты оросительной воды, с течением лет неизбежно нужно увеличивать, за счет промывной доли, необходимой для снижения соленакопления;

⁵ ППВ, % к массе для среднего суглинка

- по этой же причине, при высоком исходном засолении в начале периода для орошения необходимы более высокие нормы водоподачи, а затем (по мере снижения засоления) требуемая водоподача уменьшается;

- доля промывной воды зависит от минерализации оросительной воды и именно за счет этого увеличивается оросительная норма при повышении минерализации.

При минерализации поливной воды 1,5 г/л необходимая для поддержания оптимального режима оросительная норма с течением лет асимптотически приближается к 8000 м³/га, а при 3 г/л она возрастает до 10000 м³/га.

Если почвы не засолены, то при минерализации оросительной воды 3 г/л в течение 4-х лет поливы сельскохозяйственных культур можно проводить без увеличения оросительных норм.

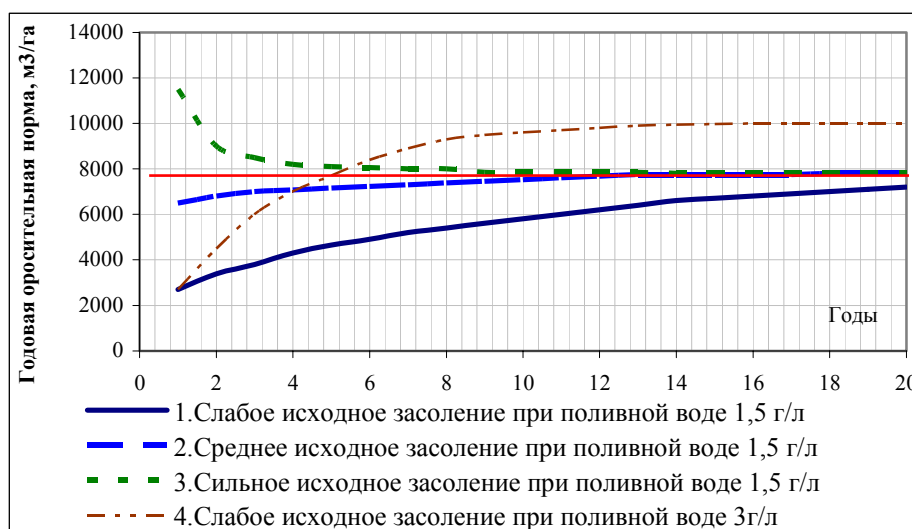


Рис. 4

Результаты многолетних прогнозов при различном исходном засолении почв

Прогнозы, полученные моделированием (как и вышеописанные полевые опыты), позволяют сделать выводы об определенной замедленности процесса соленакопления в почвах, за счет влияния поливов минерализованной водой. Натурные исследования и прогнозы на имитационных моделях влаго-солепереноса в почвах показывают, что условия, необходимые для нормального развития растений (в корнеобитаемом слое почвы), могут быть достигнуты при диапазоне минерализации поливной воды от 0,2 до 4,0 г/л и выше за счет корректировки сроков и норм поливов.

Имея ввиду вышеизложенное, а также учитывая, что в регионе выращивают преимущественно солеустойчивые культуры (хлопчатник, озимую пшеницу), можно считать, что в критические моменты маловодья (отдельные месяцы и даже годы) орошение водой повышенной минерализации относительно безопасно.

Однако многолетнее использование вод повышенной минерализации требует регулирования засоленности почв промывным режимом орошения или промывками. Интенсивность их, прямо зависит от исходного засоления почвы перед применением солёной воды для поливов сельскохозяйственных культур.

В настоящее время сезонное засоление орошаемых земель почти повсеместно происходит не столько за счет качества оросительных, сколько за счет грунтовых вод.

За счет подтягивания солей, растворенных в грунтовой воде, при испарении в корнеобитаемую зону привносится больше солей, чем при поливах минерализованной водой.

Соленакопление в метровом слое почв, зависит от того, сколько воды и какого качества подано для орошения и какой вклад в засоление почв вносят грунтовые воды, компенсируя недостающую часть влаги. Интересен факт, что при минерализации поливной воды до 1,5 г/л (при подаче 7-8 тыс. м³/га) и грунтовой воды близкой к 2 метрам с минерализацией 5-7 г/л в почвенный слой поступает примерно одинаковое количество солей сверху и снизу.

Данные свидетельствуют, что в условиях Сурхандарьинской области при недостаточной подаче на полив воды с поверхности и высокой минерализации грунтовых вод (до 18-20 г/л), даже при поливах дренажной водой до 3,4 г/л, основная часть солей поступает из грунтовых вод (рис. 5).

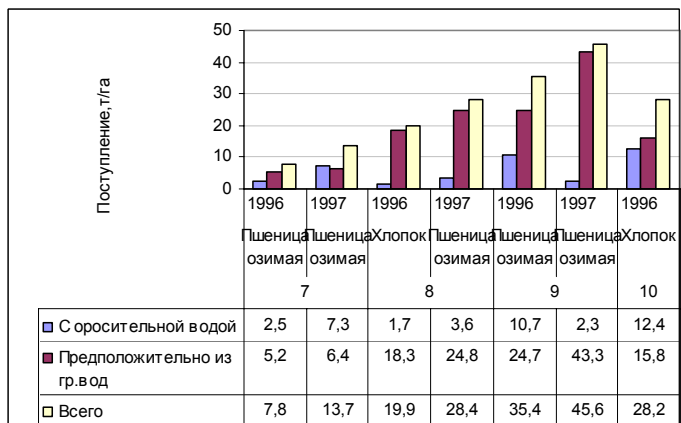
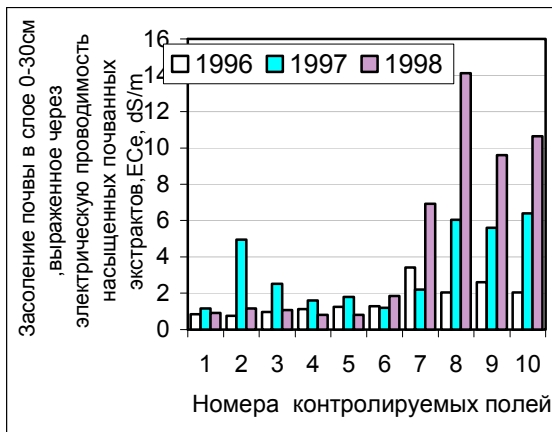


Рис. 5

Влияние поливов минерализованной водой на солевой режим почв в производственных условиях Сурхандарьинская область, Шерабадский район, хозяйство им. Э. Бердыева.21 (наблюдения проекта ВУФМАС)

Из всего, изложенного выше, можно сделать вывод, что в отдельных случаях, недополив создает, куда большую опасность для урожая выращиваемых культур и качества почв, чем применение разовых поливов соленой водой.

Для практических целей оперативного контроля засоления почв при использовании минерализованных вод можно использовать метод электрокондуктометрии. На основе анализа более 100 образцов почвенных растворов из почв региона установлена зависимость, позволяющая рассчитать по измерениям EC_e концентрацию солей в почвенном растворе при насыщении почв до НВ[11].

$$K_{пр}(\text{нас.}) = 0,9 * EC_e,$$

где EC_e – электрическая проводимость насыщенного почвенного экстракта (почвенного раствора) при НВ dS/m

EC_e рассчитывается по данным измерений электрической проводимости в почвенно- водных суспензиях по формуле[11]:

$$EC_e = 3,5 * EC_{1:1};$$

где $EC_{1:1}$ - электрическая проводимость почвенно- водной суспензий, замеренная кондуктометром.

Таким образом, для расчета понятной концентрации почвенного раствора (в г/л) при насыщенном состоянии почвы (сразу после полива) можно в поле использовать измерение $EC_{1:1}$ и оперативно рассчитать, (приблизительно) наименьшую концентрацию почвенного раствора.

Например, если $EC_{1:1} = 2 \text{ dS/m}$, то концентрация ПР равна $6,2 \text{ г/л}$. Следует иметь в виду, что в межполивные периоды (при снижении влажности почвы), концентрация солей в почве, будет значительно выше. Например, при снижении её до $0,7 \text{ НВ}$, (когда необходим полив) - концентрация ПР повысится до $6,2/0,7 = 8,9 \text{ г/л}$, что представляет опасность даже для хлопчатника в первой фазе развития. В этих условиях, поливы надо проводить чаще, не допуская снижения влажности почв в межполивные периоды до предельного значения, и, соответственно, превышения концентраций почвенных растворов опасных для развития конкретной сельскохозяйственной культуры.

Методы кондуктометрии (измерения удельной электропроводности) также удобно использовать для оперативной оценки минерализации дренажно-сбросных вод, для принятия решения об их применении. Расчет минерализации при этом ведется по формуле:

$$M = K * EC_w,$$

где, K – коэффициент пересчета, составляющий $0,7$ (данные ФАО). По уточненным данным, для местных вод K изменяется зонально в пределах $0,7-0,9$, а в некоторых случаях (например, грунтовые воды в Окалтынском районе Сырдарьинской области), достигает 1 [12].

Заключение

В республиках ЦАР свойства почв, качество вод и состав основных сельскохозяйственных культур в большинстве случаев позволяют относительно безопасно применять для орошения коллекторно-дренажные воды. Учитывая, что в регионе преимущественно выращивают солеустойчивые культуры (хлопчатник, озимая пшеница), дренажные воды для покрыть дефицит оросительной воды. При этом отрицательным последствием может явиться в, основном, соленакопление. Вследствие невысоких сорбционных свойств почв и большой доли кальциевых солей в воде и почве, процессы осолонцевания почв практически исключаются. Соленакопление, как правило, приводит к увеличению долей обменного натрия и магния в поглощающем комплексе почв. При рассолении эти процессы обратимы.

Химический состав солей в местных водах и почвенных растворах, позволяет сделать вывод, что с определенным риском опасности токсикации растений (и соответственно потерей урожая), при условии контроля их концентрации, и регулирования её своевременными поливами, *теоретически* можно использовать воду, с минерализацией до 9 г/л.

Однако воду даже с минерализацией свыше 4 - 5 г/л использовать не следует. В случае же необходимости применения таких вод, обязательно следует учитывать вид орошаемых культур, так как они имеют различную солеустойчивость, изменяющуюся у некоторых видов по фазам развития, а также водопроницаемость и гранулометрический состав почвы. При этом важно не допускать засоления почв путем регулирования подачи дополнительных объёмов воды. При наличии воды и хорошего оттока с поля, это можно осуществлять в период вегетации, учащая поливы или завышая нормы «нетто». При недостаточности воды в вегетацию и плохой дренированности, следует промывать почвы в невегетационный период.

При орошении высокоминерализованными водами, необходимо учитывать глубину залегания, отток и минерализацию грунтовых вод. В условиях неглубокого (менее 2 м) их залегания, даже при их минерализации 4 г/л, при недостатке подачи воды с поверхности и отсутствии гравитационных стоков через почву, происходит засоление верхних горизонтов за счет солей, вносимых капиллярной подпиткой из грунтовых вод. Отсутствие этих условий может привести к ощутимым потерям урожая.

Контролируя засоление почв (концентрацию почвенного раствора), можно определить нарастание засоления и управлять этим процессом с помощью проведения внеочередных поливов, по возможности водой хорошего качества.

При принятии решений о поливах водой из коллекторов необходимо хорошо знать гранулометрический состав почв, их водопроницаемость, дренированность участков, подлежащих орошению, контролировать минерализацию дренажно-сбросных вод и степень засоленности почв. При близком залегании минерализованных грунтовых вод и неудовлетворительной работе дренажа, особенно при тяжелых по гранулометрическому составу почвах, следует избегать применения дренажно-сбросных вод с минерализацией превышающей 2 -2,5 г/л, так как в этих условиях даже поливы обычной речной водой приводят к сезонному засолению почв. Увеличивать поливные нормы для обеспечения солевой вентиляции целесообразно только в условиях обеспеченной дренированности, либо при глубоком (более 3 метров) залегании грунтовых вод.

Для контроля засоленности почвы и воды можно использовать портативный полевой электрокондуктометр, разработанный САНИИРИ, прошедший испытания в условиях ЦАР, признанный местными специалистами и международными экспертами, не уступающий зарубежным аналогам.

Литература

1. Hillel D., Salinity Management for Sustainable Irrigation, 2000
2. Бабаев А.Х. Вопросы оценки качества воды для целей орошения и обводнения, Сборник научных трудов, Москва, , 1973 г. - стр.12-23
3. Глухова Т.П., Стрельникова Г.А. Минерализованные воды Узбекистана как резерв орошения. Ташкент, ФАН,1983 г.
4. Booker Tropical Soil Manual, edited JR Landon
5. Морозов А.Н., Игнатиков В.Н. Изменение свойств почв и урожайности сельскохозяйственных культур при длительном орошении минерализованными водами. Сб. научных трудов САНИИРИ и Средазгипроводхлопок, Ташкент, 1986 г., стр.53-62

6. Морозов А.Н., Злотник В.А. Оценка применимости вод повышенной минерализации для орошения хлопчатника. Сб. научн. тр. САНИИРИ и ин-та Средазгипроводхлопок, Ташкент, 1983, с.80-90.
7. Широкова Ю.И. "Использование коллекторно-дренажных вод на промывку засоленных почв новой зоны Голодной степи", дисс. к.с.- х.н, 1985 г.
8. Campbell R.B., Bower C.A., Richards L.A., Change of electrical conductivity with temperature and the relation of osmotic pressure to electrical conductivity and ion concentration for soil extracts, Proc. Soil Sci. Am., 13, 1949 p.66-69,
9. Р.Слейчер. Водный режим растений. М., Мир, 1970, с.365.
10. К.А.Блэк. Растение и почва. М., Колос, 1973, с.503.
11. Shirokova Yu., Forkutsa I., Sharafutdinova N. A note on the use of electrical conductivity methods for evaluation of soil salinity. An International journal: "Irrigation and Drainage Systems" Volume 14 №3 August 2000, Kluwer Academic Publishers
12. Широкова Ю.И., Оценка качества оросительной, дренажной и грунтовой воды на основе полевых наблюдений и лабораторных анализов в республиках ЦАР Водные ресурсы Центральной Азии. - Алматы, 2002

ЭКОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ ПУСТЫНЬ

Б.Ф. Камбаров

САНИИРИ им. В.Д. Журина

Возьмем наиболее "выдающиеся" пустыни нашей планеты: Сахара, Атакама, Гоби, Каракумы и Кызылкумы... Ни много ни мало 8 млн.км² площади или треть площади суши, но которые дают скудный урожай продовольственных культур. Пустыня наступает: Сахара, за последние 50 лет, поглотила 650 тысяч км² территории Африки.

Человек решается выживать в суровых условиях пустыни: в Мексике в пески зарывают капсулы с плодородной почвой с локальным увлажнением сельхозкультур, а в Саудовской Аравии в каменисто-песчаные почвы вносят удобрения из отходов калифорнийских червей и орошают эти почвы капельно-струйными системами с предварительным опреснением морской воды 20 опреснительными установками расходом до 31 л/с. Закупка дождевальных систем американских фирм позволил им экспортировать зерно и цитрусовые фрукты. А в Узбекистане свои проблемы, ограниченность водных ресурсов пока не позволяет довести площадь освоенных земель до 7 млн.га без особых мелиоративных работ на освоение этих земель. Большие площади супесчаных почв в зоне перспективного земледелия при водосберегающих технологиях орошения показывают неплохой урожай сельхозкультур. Однако, эти почвы малоплодородны, подача воды в эту почву равносильна поливу через сито, вода уходит вглубь почвогрунта.

Учитывая все это, нами в хозяйстве "Сурхан" в Каршинской степи были заложены брикеты (или капсулы) с глинистым грунтом, предварительно замоченные навозной жижей, в траншеи шириной 20 см и глубиной 45-50 см ниже пахотного слоя. Грунт также был предварительно замочен полимером К-9 для усиления водоудерживающей способности грунта. Для сохранения формы капсулы производилось периодическое замачивание капсул из шланга диаметром 5 см с отверстиями 2 мм через 20 см, вода из которых вертикально поступала в эти капсулы с растворенными удобрениями селитры и суперфосфата.

Для такой системы полива с увлажнением капсул идеален водозабор из вертикальных скважин с автоматизацией полива - включением и выключением насосных двигателей скважины, подающим воду в закрытые трубопроводы, из которых по междурядьям подают воду растениям из шлангов.

Нами были испытаны на полив этой системы для возделывания хлопчатник, кукуруза, люцерна первого года посева. Нормы полива рассчитывали по емкости влагосодержания капсул, которые имели наименьшую влагоемкость 21-22 % от массы почвы по сравнению с почвой без капсулы – 16 % от массы почвы. Шланги без нарезки борозд были уложены в междурядья (0,9 м для хлопчатника, 0,7 м для кукурузы, 0,45 м для люцерны).

Таблица 1
Рекомендуемые элементы техники полива ВПС (влагозарядково-поливная система)

Расходы, л/с	Длина трубы, м	Поливная норма, м ³ /га			Время полива, час			Параметры впитывания			
		брутто	нетто	утечка	сброс	общее	добыта	долива	K _{уст} , м/час	b	a
0,36	53	500	300	138	62	3,7	1,4	2,3	0,0063	0,8	0,75
0,32	92	500	400	14	86	1,8	1,8	5,4	0,0033	1,2	0,75
0,58	82	900	500	127	173	2,2	2,2	3,4	0,0063	0,8	0,75
0,33	96	700	600	9	91	2,0	2,0	8,2	0,0037	1,2	0,75
0,73	120	1100	800	75	225	3,6	3,6	5,4	0,0072	0,8	0,75
0,33	100	900	800	6	94	2,2	2,2	11,4	0,0039	1,2	0,75
0,95	170	1500	1200	50	250	5,7	5,7	7,7	0,0077	0,8	0,75
0,33	104	1100	1000	4	96	2,3	2,3	14,7	0,0040	1,2	0,75

ПРИМЕЧАНИЕ: числитель для первых поливов, знаменатель – для последних поливов, потери воды в виде утечки и сброса на первый год освоения на сильнопроницаемых почвах неизбежны, но со временем при кольматации почв наносами и естественном уплотнении они могут быть уменьшены.

$$\text{Норма полива рассчитана по зависимости } M = K_{уст} \left(t + \frac{b}{1-a} \cdot t^{1-a} \right) \cdot 10^4, \text{ м}^3/\text{га}$$

Сроки и нормы полива ВПС (влагозарядково-поливной системы)

Варианты	Поливы по месяцам						Схема полива	Оросительная норма, м ³ /га	Урожай хлоп-ка, ц/га
	июнь	июль	август	сентябрь	август	сентябрь			
С повышенной емкостью влагоудержания 4, 7, 8	17.06, 29.06 1359, 851	15.07, 24.07 850, 1155	21.08 1237	06.09 1246	21.08 1237	06.09 1246	1-4-1	6698	47,7
С малой емкостью влагоудержания 1, 2, 3, 5, 6	17.06, 29.06 590, 680	15.07, 27.07 720, 968	21.08 588	06.09 500	21.08 588	06.09 500	1-4-1	4046	38,6
Среднее								5512	45,9

ПРИМЕЧАНИЕ: числитель – дата, знаменатель – норма полива, м³/га.

Были использованы сорта хлопчатника – Термез-17, кукурузы – узбекская зубовидная, люцерны – ашхабадская. При поливах вместе с водой подавалась навозная жижа удельной массой 1,1 г/см³ воды. Схему поливов назначали 1-4-1 для хлопчатника (один полив при всходе семян, 4 до и после цветения хлопчатника, один в период созревания коробочки). 70-75 % от наименьшей влагоемкости капсулы для кукурузы, 75-80 % от наименьшей влагоемкости капсулы для люцерны.

Мы заложили 8 вариантов капсул в виде блоков увлажнителей различной емкостью влагосодержания капсулы.

Нами были изучены элементы техники полива для водораспределения вдоль междурядий растений при различной норме полива (табл. 1).

Результаты поливов хлопчатника показаны в табл. 2, где приведены даты и нормы поливов, а также урожайные данные, собранные вручную вдоль междурядий.

На всех вариантах поливы хлопчатника проводились по схеме его режима орошения: 60-70-80 % от наименьшей влагоемкости почвы. Отмывка корней показала, что сосредоточение основной корневой массы находится в слое 25...40 см, т.е. ближе к капсулам.

Проведенные фенологические наблюдения за кукурузой выявили лучшие варианты поливов по емкостям влагосодержания в капсулах 1, 3, 4, 5, 7,8. Самый высокий урожай получен на опыте с грунтово-полимерными блоками (емкостью 550 м³/га влаги) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты фенологических наблюдений кукурузы на участке с блоками-увлажнителями

Варианты с емкостью влагосодержания	Наблюдения к 01.08			Оросительная норма, м ³ /га	Урожай, ц/га	
	высота стебля, см	количество листьев, шт.	количество початков, шт.		на силос	на зерно
1 (50 м ³ /га)	165	11,3	1,3	3880	324	89,2
2 (350 м ³ /га)	145	11,3	1,1	3880	318	79,2
3 (350 м ³ /га)	157	10,5	1,1	3880	297	82,1
4 (530 м ³ /га)	146	10,3	1,0	3880	312	87,5
5 (300 м ³ /га)	162	13,0	2,0	3880	330	91,4
6 (250 м ³ /га)	135	12,1	1,0	3880	269	69,2
7 (350 м ³ /га)	181	12,3	1,8	3880	390	102,1
8 (550 м ³ /га)	184	13,1	2,1	3880	393	103,2
9 (контроль)	144	10,4	0,9	3880	246	68,7

Поливы кукурузы с применением блоков-увлажнителей подтвердили преимущества капсул для рационального использования оросительной воды и получения высоких урожаев на низкоплодородных почвах Каршинской степи.

Опытны с увлажнением почвы с помощью блоков-увлажнителей на люцерне первого года посева провели сразу после посева.

Посев провели строчно через 0,45 м, перемешивая семена с песком на сеялке, предназначенной для хлопчатника. Затем проводили поливы по режиму орошения при наступлении предполивной влажности 75...80 % от НВ (табл. 3).

Таблица 3

Сроки и нормы поливов люцерны на участке с увлажнителями

Варианты	По л и в ы					Оросительная норма, м ³ /га
	4	5	6	7	8	
1-8	<u>21.04</u> 460	<u>13.05</u> 461	<u>04.6. 24.06</u> 302, 462	<u>13.07. 22.07</u> 491, 746	<u>04.08. 08.08</u> 648, 540	4110
9	<u>21.04</u> 501	<u>13.05</u> 470	<u>4.06. 24.06</u> 562, 478	<u>13.07. 22.07</u> 840, 826	<u>04.08. 08.08</u> 740, 568	4985

Примечание: в числителе – даты поливов, в знаменателе – нормы поливов.

Перфорированные шланги увлажняли почву в междурядьях через 0,45 м. В конце поливного периода был получен урожай люцерны с учетом двух укосов. Следует отметить особенность супесчаных почв Каршинской степи, где внедрение посева люцерны связаны с трудностями провальных потерь воды и просадок грунта. На этих землях трудно внедрить бороздковый метод полива.

Для перфорированных шлангов, позволяющих подавать малые нормы, нет проблем с просадками грунтов. Они исключают и эрозию почв, наоборот, при мутной воде позволяют проводить поливы с режимом намыва почв.

За сезон было дано 8 поливов. По урожайным данным (табл.4) подтвердились лучшие варианты капсул-увлажнителей, показавшие хорошие результаты в предыдущих опытах поливов хлопчатника и кукурузы.

Таблица 4
Урожай люцерны на участке с капсулами-увлажнителями

Показатели	Варианты капсул с емкостями влагосодержания								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 укос (26.06)	46,8	44,7	46,4	45,4	45,3	45,8	47,0	47,2	43,2
2 укос (20.08)	57,1	55,2	56,7	55,9	55,8	56,0	55,4	57,3	52,6
Общий, ц/га	104,0	99,0	103,0	101,0	101,0	102,0	102,0	104,5	96,0

Различие емкостей влагосодержания капсул не оказал влияния на урожай сена при поддержании предполивной влажности капсул 75-80 % от НВ почвы.

ОЦЕНКА МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЗДОРОВЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПРИАДЫРНЫХ ЗЕМЛЯХ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

А.М. Ганиев

САНИИРИ им. В.Д. Журина

В географическом плане рассматриваются низкогорные территории, предгорье и межгорные долины, расположенные в зоне формирования и транзита стока (так называемые верховья рек) испытывающих интенсивные антропогенные нагрузки

Для горных и предгорных территорий, где формируется основной сток (около 80% от общего стока рек) характерно наличие весьма сложных проблем, связанных с природными и антропогенными факторами.

Характерной особенностью этих земель являются крутые уклоны, сильно проницаемые почвы, минимальное содержание гумуса в почве, относительно большие осадки и местами недостаточная сумма эффективных температур для нормального роста и развития хлопчатника и других пропашных культур.

Подробный анализ и оценка современного состояния влияния орошения предгорной зоны и конусов выноса на экологическую обстановку было выполнено по Ферганской долине.

Земфонд сельскохозяйственных угодий предгорных и адырных земель Ферганской долины на территории республики Узбекистан в начале 60-70 гг. составлял - 274 тыс.га (по данным института "Узгипрозем"), в том числе Наманганской области - 98,48 тыс.га, Андижанской - 53,51 и Ферганской - 122,01 тыс.га. Из которых в настоящее время освоены - 157,57 тыс.га, в том числе Андижанской области - 24,17 тыс.га, Наманганской -76,405, в Ферганской области - 57,0 тыс.га

На освоенных землях на адырах, в основном выращиваются пропашные культуры. На уровне 1988-1990 гг. многолетние насаждения (сады и виноградники) составляли 20-22 % от посевных земель, которые сохранились до сих пор. На практике сложилось положение в земледелии, что хлопчатником было занято в Ферганской области 30 %, Наманганской области - 40-42 %, Андижанской 45-55 % от освоенных земель на адырах.

В последние годы на освоенных адырных и галечниковых землях Ферганской долины наблюдается уменьшение хлопковости севооборотов в пользу озимых зерновых и менее влагоемких однолетних и многолетних сельскохозяйственных культур. Однако хлопчатник, как рентабельная культура, не ушел окончательно с галечниковых земель и в настоящее время занимает до 25-30 % от орошаемых земель в адырной зоне, культивируясь, как на отдельных полях (картах), так и в междурядьях молодых садов и даже виноградников. Хотя многолетняя практика возделывания влаголюбивых пропашных культур (хлопчатника, лука и др.) на адырах и галечниковых землях доказала свою порочность, на Бургандинском массиве Кыргызской Республики, к примеру, на этих землях выращивается рис. Вынужденные поверхностные сбросы и потери оросительной воды на глубинную инфильтрацию снижают не только КПД поля (до 0,5) повышая гидромодуль в 1,5-2,0 раза, но приводит к развитию ирригационной эрозии почв на адырах и деградации приадырных земель Узбекистана, усугубляя на них процессы соленакопления и подтопления.

Освоение адырных земель осуществлялось отдельными проектами или хозяйственным способом. Поэтому оросительная сеть построена относительно плохо в техническом исполнении.

В Наманганской области на территории семи районов, где в основном находятся освоенные адырные земли, из 4596,2 км внутривозвратной оросительной сети в среднем 86,14 % протяженности проходит в земляном русле; 8,22 % облицованы бетоном, 4,9 % - в лотках, 0,74 % - трубопровод.

В Андижанской области на территории пяти районов, где распространены адырные земли, из 5751,3 км внутривозвратных каналов 83,14 % находится в земляном русле, 9,73 % в бетонной облицовке, трубопроводы - 7,14 %. КПД в пределах 0,7.

В таком же положении находится оросительная сеть в Ферганской области, КПД на всей территории адырных земель находится в пределах 0,68-0,72.

На адырах Ферганской долины на площади 55-58 % выращиваются пропашные культуры. Основным способом полива сельскохозяйственных культур является бороздковый. Уклоны поверхности земель колеблются в больших пределах от 0,0075 до 0,05.

Оросительная норма для хлопчатника составляет 10000-14000 м³/га, на многолетних насаждениях 9000-11000 м³/га. Доля идущих на глубинную инфильтрацию составляет 3000 - 5500 м³/га, что способствует резкому увеличению подземного притока со стороны адырных и предгорных земель на равнинную территорию. В связи с большим уклоном местности на большинстве поливных картах, размером от 0,5 до 3-4 га, происходит сильная эрозия почв, смыв плодородных слоев почв и питательных элементов, и как следствие, низкая урожайность выращиваемых сельхозкультур. Урожайность хлопка-сырца не превышает 15 - 16 ц/га, против равнинных - 24-30 ц/га.

Интенсивное освоение предгорной зоны, несовершенство гидромелиоративных систем и строительство крупных водохранилищ и других гидротехнических сооружений, способствовали ухудшению мелиоративного состояния земель, вызывая засоление и заболачивание почв, подтопление населенных пунктов на ниже расположенных землях.

Только в областях Ферганской долины от освоения предгорной зоны подтоплены высокопродуктивные староорошаемые земли на площади 40-50 тыс.га.

Нередки случаи выпата орошаемых земель из сельхозоборота и переноса населенных пунктов в другие места (п.Отчапар Андижанского района). Создавшиеся условия требуют увеличения дренированности земель в несколько раз путем строительства дорогостоящих совершенных систем и организации отвода дренажно-сбросных вод за пределы орошаемых земель.

Так, в Кувинском и Ташлакском районах Ферганской области на площади 15-20 тыс.га подтопленных грунтовыми водами, уже построены скважины вертикального дренажа с удельной нагрузкой 70-80 га на одну скважину. Освоение и орошение Бургандинского массива Кыргызстана вынудило предпринимать аналогичные мероприятия в Риштанском, Багдадском и Алтыарыкском районах. В этих районах только в 1994 году выпало из сельхозоборота 480 га высокопродуктивных староорошаемых земель, а в 2001 году - 1533 га.

В связи с тем, что генетика проявления деградации водоземельных ресурсов склоновых и приадырных территорий во всех обследованных областях Ферганской долины приблизительно идентична, для обоснования рекомендуемых мероприятий были выбраны репрезентативные балансовые контуры подтопления и засоления в зоне влияния Бургандинского массива - Риштанский, Багдадский и Алтыарыкский районы Ферганской области.

Природные и водохозяйственные условия

1. Климат рассматриваемой территории жаркий, сухой. Из-за исключительной сухости и незначи-

тельных выпадающих атмосферных осадков (в среднем 160,0 мм/год), земледелие здесь возможно только при искусственном орошении. Рассматриваемая территория характеризуется большим разнообразием геоморфолого-литологических, гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий.

Гидрогеолого-литологическое строение и водохозяйственные условия на орошаемых адырах и галечниковых землях Сохского конуса выноса оказывают преобладающее влияние на величину формирования подземного потока, способствующего подъему грунтовых и напорных вод на рассматриваемой территории Риштанского, Алтыарыкского и Багдадского туманов.

2. Анализ современной эколого-мелиоративной обстановки рассматриваемой территории позволяет констатировать что:

- современное мелиоративное состояние земель неудовлетворительное;
- существующая оросительная и коллекторно-дренажная сеть не справляется с водоподачей и водоотведением;
- качество оросительной воды удовлетворительное (0,5-0,9 г/л), но из-за недостаточной водобеспеченности (70-75 %), в южной части рассматриваемой территории, на орошение используются дренажно-сбросные воды с минерализацией 1,5-3,0 г/л;
- уровень грунтовых вод и их минерализация возрастают как по вертикали, так и по площади пространства;
- высокая удельная протяженность КДС (70-80 п.м./га в зоне площадного выклинивания грунтовых вод) резко снизили коэффициент использования земель;
- скважины вертикального дренажа (до 50 %) в результате многолетней эксплуатации частично вышли из строя, что обуславливает низкие КРС СВД;
- производительная способность почв нарушена, требуется восстановление бонитета плодородия;
- резкое снижение урожайности сельскохозяйственных культур является индикатором существующего мелиоративного состояния.

3. Для улучшения эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель необходимо:

- усиление мощности и совершенствование дренажа путем его заглубления и перевода на комбинированный дренаж;
- увеличение коэффициента работы скважин вертикального дренажа и их дебитов путем ремонтно-восстановительных работ;
- реконструкция и повышение качества эксплуатации внутрихозяйственной ирригационной и мелиоративной сети;
- соблюдение научно-обоснованного режима орошения и состава сельхозкультур, высеваемых на адырных и галечниковых землях;
- на мелиоративно-неблагополучных землях, находящихся в зоне влияния орошаемых адыров и гипсометрически выше расположенных галечниковых земель, необходимо увеличить дренированность земель (дополнительную нагрузку на дренаж) на величину, установленную прогнозными водобалансовыми расчетами.
- для обеспечения необходимого дренирования в рассматриваемой зоне необходимо обеспечить рекомендуемую продолжительность работы систем скважин вертикального дренажа, обеспечить проектные глубины КДС и эксплуатировать перехватывающий ряд скважин на орошение в мелиоративном режиме, т.е. в режиме СВД;
- обеспечить комплекс природоохранных мероприятий.

Проектные мероприятия

Следующим этапом при оценке эффективности дренажных систем является анализ, позволяющий определить мелиоративный эффект и экономическую эффективность проектируемых работ.

Мелиоративная эффективность означает мелиоративное благополучие земель в зоне влияния дренажной системы для определенных природно-хозяйственных условий.

Показателями мелиоративной эффективности являются:

- дренажный сток (дренажный модуль);
- режим грунтовых и подземных вод;
- скорость снижения грунтовых вод после полива;
- соотношения скорости протекания напорных вод и интенсивности инфильтрационного питания грунтовых вод;
- соотношение суммарной водоподдачи и суммарного испарения;
- динамика солей в зоне аэрации;

- водно-солевой баланс территории.

Количественные критерии перечисленных выше показателей, позволяющих оценить мелиоративное благополучие земель, их совокупность и взаимодействие, представлены в водно-солевых балансах выполненных САНИИРИ в 2001г.

Водно-солевые балансы фактические и прогнозные, составлены для Алтыарыкского, Багдадского и Риштанского районов.

Для установления направленности мелиоративных процессов, составлены балансы частных (баланс почвенных и грунтовых вод) и общих водных балансов за 1996-1999 гг. Величины основных элементов водных балансов определены по средним показателям районных РПЭРО, Кокандской метеостанции и данным САНИИРИ.

По результатам определенных частных и общих балансов составлены прогнозные балансы грунтовых вод.

В прогнозных расчетах принята необходимость обеспечения среднегодовой глубины залегания УГВ (т.е. определена необходимая дренированность) по зонам с УГВ - 2,0 м; 2,2 м; 2,4 м в увязке с почвенно-мелиоративным районированием:

- 2,0 м - рекомендуемый УГВ на незасоленных и слабозасоленных землях;
- 2,2 м - на средnezасоленных землях;
- 2,4 м - на сильнозасоленных землях.

Также учтены уменьшения дренирующей способности горизонтальных дрен и коллекторов и определены их величины.

Основными показателями прогнозных расчетов являются:

- суммарный объем дренажного стока (основной показатель);
- при расчете балансов производится расчленение этой величины между горизонтальным и вертикальным дренажем. Учитывается КРС скважин вертикального дренажа.

Если по данным РПЭРО откачиваемая СВД вода используется на орошение, то объем используемый на орошение исключается из объема дренажного стока, отводимого за пределы балансового контура.

- величина разности подземного притока и оттока;
- водоподача "брутто" на валовую площадь, м³/га;
- атмосферные осадки, м³/га;
- изменение запасов влаги на балансовой площади, м³/га;
- суммарное испарение и транспирация с валовой площади, м³/га;
- фильтрационные потери из внутривладельческой оросительной сети, м³/га;
- объем дренажного стока существующим горизонтальным дренажом при понижении существующих УГВ до проектных среднегодовых 2,0 м; 2,2 м; 2,4 м.

При этом увеличивается объем дренажного стока в сравнении с существующими величинами.

В результате выполненных расчетов фактических и прогнозных водно-солевых балансов составлена таблица по определению нагрузки на дренаж в зависимости от предусматриваемых мероприятий (табл. 1).

В данной таблице в графе 5 приводятся фактические и прогнозные нагрузки на дренаж при существующих условиях; в графе 6 - то же, но при изменении режима орошения и доведения КПД оросительной системы до 0,8, т.е. после реконструкции межхозяйственной сети и изменении существующей структуры посевов на перспективу. В графе 8 дается фактический и прогнозный удельный дренажный сток при работе скважин вертикального дренажа, существующих водохозяйственных условиях. В графе 9 - то же самое, но для горизонтального дренажа. Графа 10 отражает дренирующую способность горизонтального дренажа после ее реконструкции, т.е. заглубления с существующих 2,8 м до проектных 3,1-3,2 м. В графе 11 ($D_{СВД}^{пр}$) приводятся прогнозные показания удельного дренажного стока за счет откачиваемых вод скважинами вертикального дренажа после проведения ремонтно-восстановительных работ по увеличению дебита скважин. В графе 12 ($D_{СНО}^{0,6}$) приведены величины снижения нагрузки на дренаж за счет работы перехватывающего ряда скважин на орошение с КРС = 0,6.

На основе данной таблицы, в результате подбора различных величин дренирующей способности при этом или ином мероприятии, можно подобрать соответствующее мероприятие или комплекс мероприятий, позволяющих достичь необходимую степень дренированности при заданном мелиоративном режиме УГВ (2,0; 2,2; 2,4).

Таблица 1
Существующая и прогнозная нагрузка на дренаж

№	Район	Зона	УГВ	Степень дренированности, м ³ /га		КРСР СВД	Удельный дренажный сток по мероприятиям				
				Существ 0,65	Перспек. 0,80		Существующий		$D_{Г}^{3.1}$	$D_{СВД}^{np}$	$D_{СНО}^{0,6}$
							$D_{СВД}$	$D_{Г}^{2.8}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Риштанский	сущ.	1.68	14009	13123	0.27	4289	9720	10129	6434	1454
		1	2.0	18569	17058	0.78	13774	4818	7244	20662	1454
		2	2.2	21473	19878	0.78	13774	2096	3260	20662	1454
		3	2.4	24209	22698	0.78	13774	-	1340	20662	1454
2	Алтыарыкский	сущ.	1.76	11316	7659	0.25	3208	8108	9820	4812	2898
		1	2.0	14484	11825	0.78	8976	4666	5430	13464	2898
		2	2.2	17152	14484	0.80	10010	236.	3050	15401	2898
		3	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Багдатский	сущ.	1.76	8627	8175	0.28	3609	5018	8220	5414	3377
		1	2.0	12011	12736	0.56	8000	4015	6019	12000	3377
		2	2.2	14891	15616	0.78	12259	2890	4335	17988	3377
		3	2.4	17771	18497	0.80	14259	1400	2100	21416	3377

В случае обеспечения необходимой дренированности и поддержания среднегодовых глубин грунтовых вод равными 2,2 и 2,4 м потребуются увеличение глубины внутрихозяйственных дренажесобирателей до 3,2-3,5 м, а межхозяйственных и межрайонных коллекторов до 4,0-4,5 м.

В условиях напорных вод и слоистых грунтов, на землях расположенных в исследуемом контуре земель, такие проектные глубины практически невозможно реализовать.

Поэтому САНИИРИ на основе результатов своих многолетних натурных исследований и обобщения данных других научно-исследовательских и проектных институтов рекомендует в рассматриваемой напорной зоне поддержание среднегодовых глубин грунтовых вод 2.0 м, в разрезе месяцев от 1.8 до 2.2 м.

При этом следует отметить, что в зонах орошения выше БФК строительные глубины существующих внутрихозяйственных дрен и собирателей в среднем 2.5 – 2.8 м.

Рабочая глубина (с вычетом действующего напора на междренье КДС) - 2.0 – 2.3 м.

При поддержании среднегодовых глубин залегания грунтовых вод равным 2.0 м возможно обеспечить оптимальные водно-солевые режимы при условии увеличения КРС существующих СВД и увеличении глубины существующих внутрихозяйственных дрен и собирателей с 2.5 – 2.8 м до 3.2 м, что и показывают результаты фактических и прогнозных балансов.

Учитывая выше изложенное, далее рассматриваются варианты проектных мелиоративных мероприятий из условия поддержания на рассматриваемых землях среднегодовых глубин УГВ – 2 м.

Для расчета вариантов мелиоративных мероприятий в прогнозных балансах приняты следующие показатели (табл. 2-4).

Таблица 2

Прогнозный суммарный объем дренажного стока с земель районов в границах балансового контура при условии понижения существующих УГВ до проектного среднегодового УГВ – 2 м

Районы	Удельный дренажный сток, м ³ /га/год	Площадь валовая, тыс.га.	Сток дренажный, млн. м ³
Алтыарыкский	14490	5,603	81,19
Багдатский	12011	11,680	140,29
Риштанский	18569	11,042	205,04
ИТОГО			426,46

Таблица 3.

Дренажный сток (отвод воды) существующим горизонтальным дренажом в проектируемых условиях

Районы	Удельный дренажный сток, м ³ /га/год <i>существ.</i> <i>проектн.</i>	Площадь валовая, тыс.га.	Сток дренажный, млн. м ³ <i>существ.</i> <i>проектн.</i>
Алтыарыкский	<u>9970</u> 4660	5,603	<u>55,861</u> 26,10
Багдадский	<u>5018</u> 4050	11,680	<u>58,61</u> 47,30
Риштанский	<u>9720</u> 4818	11,042	<u>107,33</u> 53,20
ИТОГО			<u>221,8</u> 126,64

Таблица 4

Ведомость показателей по оптимальному варианту мелиоративных мероприятий

№	Наименование и виды работ	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, тыс.сум.	Общая стоимость, тыс.сум	Объем отвод.воды, млн.м ³
1	Восстановление скважин вертикального дренажа	шт.	184	30	5520	139.84
2	Реконструкция магистральных коллекторов с сооружений	км.	65	-	5645	-
3	Строительство новых отсечных коллекторов	км.	15	80	1200	11.353
4	Перехват. скважины вертикал. дренажа	км	30	91	2730	22.8
5	Увеличение мощности площади в/х дренажных сетей	км	145.1	31	4498	110.027
6	Скважины усилители	шт.	1000	3	3000	15.8
7	Створы пьезометров	шт.	24	3	72	-
	ИТОГО				22665	299.82

Примечание: объем воды (дренажный сток), подлежащий отводу с рассматриваемых земель, площадью 28325 га, составляет – 426.46 млн. м³. Отвод дренажно-сбросных вод, существующим горизонтальным дренажом, в проектных условиях – 126.64 млн. м³. Объем дренажного стока, обеспечиваемый проектными мероприятиями 299.82 млн. м³

На основе оптимизации вариантов по минимуму затрат технико-экономические расчеты, выполненные для обоснования реализации предлагаемого комплекта мероприятий по улучшению эколого-мелиоративного состояния репрезентативных балансовых контуров, позволили определить размеры затрат на строительство и эксплуатацию дренажных систем, обеспечивающих мелиоративную эффективность.

Срок окупаемости капиталовложений по приросту чистой продукции поступлений доходов в бюджет составит 8 лет.

Коэффициент экономической эффективности 0,12.

Проведение намеченных мелиоративных работ является эффективным.

В заключение необходимо отметить, что фьючерсная стратегия управления водными и земельными ресурсами в адырной и приадырной зонах должна быть направлена на повышение эффективности использования водно-земельных ресурсов с минимизацией их влияния на экологию путем:

- совершенствования технологических схем полива с применением водосберегающих и почвоохраняющих технологий орошения с оптимальными сочетаниями элементов техники полива;

- пересмотра размеров поливных участков с учетом фермерского движения и создания АВП, исходя из рельефных особенностей территорий, мощности плодородного слоя, степени просадочности грунтов, состава сельхозкультур в сторону менее влагоемких, в увязке с параметрами целесообразных в данных условиях способов полива и поливных устройств;
- повышения технического уровня существующей оросительной системы путем реконструкции ирригационной сети с учетом принципов водомерности и водооборота между внутрихозяйственными системами и участками;
- повышение дренированности орошаемых земель предгорных равнин с применением совершенных систем дренажа, реанимации их действий;
- исключение из севооборота влаголюбивых сельхозкультур (хлопчатник, люцерна, рис и т.п.) и замена их экономически целесообразными сельхозкультурами, отзывчивыми на орошение малыми поливными нормами в виде озимых зерноколосовых культур, садов и виноградников;
- разработка и внедрение комплекса нормативно-правовых актов по переходу к платному водоиспользованию по системе управления и контроля за водоподачей (деньги – дисциплинируют!);
- пересмотра организационно-технических приемов и структуры управления водоземельными ресурсами с учетом новых условий ведения хозяйств/переход на рыночную экономику/и т.д.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЗЕМЕЛЬ И СОХРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БАЛАНСА

С.А. Нерозин

САНИИРИ им. В.Д. Журина

Земля является одним из важнейших элементов биосферы и охрана ее как части среды, окружающей человека, имеет огромное значение. От правильного использования земельного фонда в сельскохозяйственном производстве во многом зависит успешное развитие народного хозяйства. Основной задачей в земледелии является разработка комплексных агротехнических мероприятий, которые применительно к местным природно-хозяйственным условиям обеспечивают рациональное использование всех земель хозяйства, положительно воздействуют на окружающую среду, способствуют повышению уровня плодородия и обеспечивают рост урожайности сельскохозяйственных культур. Достичь такой цели невозможно без правильного, научно-обоснованного подбора сельхозкультур для территории возделывания и разработки схемы размещения выбранных культур в севообороте.

Подбор сельхозкультур, обеспечивающий правильную организацию посевных площадей и эффективное использование возможностей орошаемого земледелия, а также выбор схем севооборотов, производится на основе определенных принципов. Прежде всего это принцип наличия необходимых природно-климатических факторов, обеспечивающих эффективное возделывание выбранной сельхозкультуры (приход фотосинтетической радиации, сумма эффективных температур, влажность воздуха, длительность светового дня за вегетационный период) и получение высоких и стабильных урожаев.

Немаловажным хозяйственным принципом является принцип возможности обработки урожая и его реализация, т.к. при отсутствии таких возможностей, теряется экономический смысл возделывания культуры.

Организационным принципом является принцип обеспеченности основными факторами сельхозпроизводства (обеспеченность сельскохозяйственной техникой, необходимой для возделывания выбранной культуры и создания нужного агрометеорологического фона, возможность обеспечения оросительной водой, средствами защиты растений от сорняков, болезней, вредителей и др.

Принцип чередования культур является основополагающим при выборе схем размещения сельхозкультур в посевах. При длительном возделывании растений одного вида на одном участке (беспрерывно) урожай сельскохозяйственной культуры снижается настолько, что дальнейшие посевы данной культуры становятся невыгодными. Поэтому многолетнее возделывание любой сельхозкультуры должно прерываться другой культурой, т.е. необходимо вводить севооборот. Чередование культур зависит от многих причин (химических, физических, биологических).

А) Химические причины. Одна из причин необходимости чередования различных сельхозкультур в севообороте - особенность их почвенного питания. Потребность в зольных питательных элементах и азоте зависит от вида растений и уровня урожая. Если для создания 1 т урожая зерновых культур из почвы поглощается 12 кг фосфора и по 25 кг калия и азота, то для хлопчатника эти показатели составляют 60 кг азота, 43 кг фосфора и 33 калия. Способность усваивать питательные элементы у различных растений неодинакова, некоторые усваивают их из труднодоступных соединений, для других необходимы легкодоступные формы. К первым относятся гречиха, горчица, люцерна. Там, где хлопчатник испытывает недостаток в фосфоре из-за отсутствия легкоусвояемых фосфатов, люцерна успешно его извлекает. Различные растения имеют разную глубину проникновения корней, поэтому по-разному используют воду и питательные элементы из глубоких слоев почвы (хлопок - 1,5 м, зерновые - 0,7, люцерна - 2,5 м). Растения с глубокой корневой системой извлекают питательные элементы с глубины 2 м и больше, часть из них откладывается в корнях, которые отмирая обогащают почву и обеспечивают питанием следующие возделываемые культуры, имеющие неглубокие корни. Поэтому чередование культур в севообороте есть один из радикальных способов более полного использования растениями питательных элементов из почвенной толщи.

б) Физические причины. При длительном возделывании пропашных культур почва распыляется и сильно уплотняется, что ухудшает ее водно-физические свойства. Содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм уменьшается вдвое и примерно настолько же ухудшается водопроницаемость почвы, что приводит к увеличению продолжительности поливов и затрудняет поглощение растениями влаги из глубоких слоев почвы. В такой ситуации приходится увеличивать продолжительность или частоту поливов и количество междурядных обработок. Улучшению физических свойств почвы и приданию ей мелкокомковатой структуры способствуют посевы люцерны и бобовых культур и, в некоторой степени, посевы однолетних растений с мочковатой корневой системой (ячмень, пшеница и др.). В качестве структурообразователей могут также использоваться полимерные препараты промышленного изготовления (крилиумы), обладающие хорошими клеящими свойствами, а также препарат К-4, устойчивый против микробиологического распада. Оструктуренная почва хорошо водопроницаема, водопрочна, не образует корку, не подвергается водной и ветровой эрозии и успешно опресняется при промывных поливах.

в) Биологические причины. Сорняки наносят урожаю сельхозкультур значительный урон и одним из эффективных способов борьбы с ними является смена культур в севообороте. Озимые и зимующие сорняки приспособлены к культуре озимых хлебов. Яровые сорняки подавляются быстро растущими озимыми посевами. Озимые же сорняки легко уничтожаются зяблевой и предпосевной обработкой, проводимыми под яровые культуры. Таким образом, чередование озимых и яровых культур создают неблагоприятные условия для озимых и яровых сорняков. Хорошо очищаются поля от сорняков при смене растительности с разной технологией возделывания. Возделывание пропашных культур, требующее интенсивного рыхления почвы междурядной обработкой, способствует уничтожению сорняков в посевах (хлопчатник, кукуруза), очищению верхнего слоя почвы от семян и вегетативных органов размножения многолетних сорняков, уменьшению засоренности последующих культур, особенно люцерны и зерновых. В борьбе с некоторыми паразитными сорняками смена растительности в севообороте является практически единственным доступным средством очищения полей.

Большую опасность при бессменных посевах многих растений представляют вредители и возбудители болезней сельхозкультур, которые повреждают или поражают определенные культуры. Особенно это относится к хлопчатнику, который при долгом бессменном выращивании поражается паутинным клещиком, вилтом, кардрийной. Смена культуры в севообороте позволяет значительно снизить степень поражения посевов от вредителей и заболеваний.

Одним из принципов размещения сельхозкультур является принцип подбора предшественника. В практике земледелия различных почвенно-климатических зон замечено, что урожайность многих культур зависит не только от биологических особенностей и технологии возделывания, но и от длительности высевания их на одних и тех же полях. Установлено, что чередование культур тем больше сказывается на повышении урожая, чем значительнее различия в биологии и технологии возделывания этих культур. В хлопководстве хорошим предшественником хлопчатника является люцерна. Она обогащает почву органическими и минеральными веществами, улучшает ее физические свойства, оздоравливает ее от вилта и других болезней, в отличие от хлопчатника создает анаэробные условия в почве.

К сожалению, в практике растениеводства не всегда придерживаются указанных принципов, что в конечном итоге приводит к снижению плодородия почвы и урожайности сельхозкультур.

Таблица 1

Группы культурных растений по их отношению к бессменным посевам (по литературным и экспериментальным данным)

Группа	Отношение к бессменным посевам	Культура
1	Стабильные, самосовместимые	кукуруза, табак, просо, морковь, картофель
2	Лабильные, отрицательно реагирующие	хлопчатник, пшеница, сорго, сахарная свекла, клевер, люцерна, фасоль, подсолнечник, томат, капуста
3	Севооборотно-лабильные, взаимоисключающие друг друга	пшеница после ячменя, клевер после люцерны, горох после клевера и люцерны, фасоль после маша

Из данных таблицы 2 следует, что основные культуры (хлопок и зерноколосовые) занимали в 2000 году в Ферганской области 219 тыс.га (85,5%) из общей площади 256 тыс.га, в Наманганской области 170 тыс.га (86,2%) из 197,2 тыс.га и в Андижанской области 180 тыс.га (90,2%) из 199,5 тыс.га. Из ретроспективного анализа (табл. 3) можно проследить (на примере Ферганской области), как в динамике изменялась структура посевных площадей основных культур хлопководско-зерноколосового комплекса.

Таблица 2

Распределение посевных площадей, занятых основными сельскохозяйственными культурами, в 2000 г. в Ферганской, Наманганской и Андижанской областях РУз (данные МсиВХ РУз)

Наименование сельхозкультур	Ферганская обл.		Наманганская обл.		Андижанская обл.	
	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%
1	2	3	4	5	6	7
Хлопчатник	121	47,3	94	47,7	106	53,13
Пшеница	97	37,9	74	37,5	74	37,10
Зерноколосовые других видов	1	0,4	2	1,0	-	-
Кукуруза на зерно	2	0,8	3	1,5	2	1,0
Р и с	1	0,4	3	1,5	-	-
Картофель	3,2	1,25	2,8	1,4	0,8	0,4
Помидоры	1,8	0,7	2	1,0	0,8	0,4
Другие овощи	1,2	0,5	1,2	0,6	1,2	0,62
Бахчи	0,4	0,1	0,5	0,25	0,5	0,25
Семенные культуры	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Старая люцерна	10,5	4,1	7,5	3,8	8,0	4,0
Новая люцерна	3,0	1,2	1,9	1,0	2,0	1,0
Кукуруза на силос	12,1	4,7	4,5	2,3	3,0	1,5
Кормовая свекла	1,6	0,6	0,5	0,25	1,0	0,5
Всего:	256,0	100	197,2	100	199,5	100

Таблица 3

Распределение посевных площадей под основные культуры в период 1975-1992-1997-2000-2005* гг. в Ферганской области РУз (% от общей площади)

Наименование сельхозкультур	1975 г.	1992 г.	1997 г.	2000 г.	2005 г*.
Хлопчатник	62,5	45,6	42,3	47,3	40,8
Зерноколосовые	6,7	15,4	39,3	38,3	38,1
Люцерна	20,3	19,0	7,8	5,3	10,5

* Песпективные цифры на 2005 г. приведены по данным института "Ферганагипроводхоз"

Приведенные материалы свидетельствуют, что за период 1975-1997 гг. почти в 6 раз увеличились площади отводимые под зерноколосовые, а удельный вес посевных площадей под хлопчатником сни-

зился с 62,5 % до 42,3 %, что связано в первую очередь с поставленной государством целью самообеспечения основными продуктами питания и достижения зерновой независимости. В данной таблице большую тревогу вызывают цифры, связанные с резким снижением удельного веса в посевных площадях люцерны, культуры имеющей большое агротехническое значение в восстановлении и повышении плодородия, улучшении структуры почвы и ее водно-физических свойств. Если в 1975 году посевы люцерны занимали в Ферганской области 20,3 % от общей площади, в 1992 году – 19,0 %, то в 1997 году они снизились до уровня 7,8 %, а в 2000 году до 5,3 %, т.е. снизились почти в 4 раза. Это удручающий показатель, т.к. сельскохозяйственная наука и практика именно эту культуру рекомендуют применять для восстановления плодородия после технических культур. Не случайно специалисты института "Ферганагипропроводхоз" рекомендуют к 2005 году увеличить посевы люцерны вдвое, что повысит удельный вес культуры в Ферганской области с 5,3 до 10,5 % от общей площади.

По нашему мнению, основанном на обобщении литературных источников и собственных исследований, люцерновый клин необходимо увеличить по крайней мере до 12-15 % от общих посевных площадей, причем в первую очередь это необходимо реализовать на засоленных и менее плодородных землях. На основании изложенных материалов, мы предлагаем два варианта схем размещения площадей под основными сельхозкультурами для Наманганской, Андижанской и Ферганской областей РУз (табл. 4, 5).

Таблица 4

Фактическая схема 2000 года и предлагаемая схема размещения площадей под основными культурами для незасоленных и плодородных земель Ферганской, Наманганской и Андижанской областей РУз (в % от общей посевной площади)

Наименование сельхозкультур	Ферганская обл.		Наманганская обл.		Андижанская обл.	
	2000г.	предл.на персп.	2000г.	предл.на персп.	2000г.	предл.на персп.
Хлопчатник	47,3	48,0	47,7	47,7	53,1	51,4
Зерноколосовые	38,3	30,9	38,5	30,2	37,1	30,4
Кукуруза на зерно	0,8	1,0	1,5	1,5	1,0	1,2
Картофель	1,2	1,7	1,4	1,9	0,4	1,0
Овощи	1,2	1,4	1,6	1,6	1,0	1,2
Бахчи	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Люцерна	5,3	12,0	4,8	12,0	5,0	12,0
Др.культуры	5,8	4,7	4,3	4,8	2,2	2,5

Таблица 5

Фактическая схема 2000 года и предлагаемые схемы размещения площадей под основными культурами для засоленных и малоплодородных земель Ферганской, Наманганской и Андижанской областей РУз (в % от общей посевной площади)

Наименование сельхозкультур	Ферганская обл.		Наманганская обл.		Андижанская обл.	
	2000г.	предл.на персп.	2000г.	предл.на персп.	2000г.	предл.на персп.
Хлопчатник	47,3	46,9	47,7	46,5	53,1	48,6
Зерноколосовые	38,3	30,0	38,5	30,0	37,1	30,0
Кукуруза на зерно	0,8	1,0	1,5	1,3	1,0	1,0
Картофель	1,2	1,0	1,4	1,0	0,4	0,5
Овощи	1,2	1,3	1,6	1,6	1,0	1,1
Бахчи	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Люцерна	5,3	15,0	4,8	15,0	5,0	15,0
Др.культуры	5,8	4,5	4,3	4,3	2,2	3,5

В предложенных схемах изменения по размещению площадей хлопчатника по сравнению с 2000 годом незначительны – для Ферганской и Наманганской областей (в пределах 1 %), по Андижанской области предлагается снизить хлопковость на 1,7 % на незасоленных землях и на 4,5 % на засоленных и малоплодородных землях. Основные изменения касаются посевов люцерны, которые мы реко-

мендуем увеличить на 7 % на незасоленных землях и приблизительно на 10 % на засоленных и мало-плодородных землях, главным образом за счет уменьшения доли зерноколосовых культур (на 7-8 %). Мы обосновываем эти изменения следующими аргументами:

- хлопчатник является основной сельхозкультурой для названных областей, его продукция имеет стабильный спрос на международном рынке и высокую цену, выручка в экономических ценах, полученная с 1 га хлопкового поля (при средних урожаях), позволяет произвести закупку зерна в количестве равным среднему сбору урожая, полученному с 2-3 га занятых зерноколосовыми культурами;

- люцерна является лучшей культурой, способной в течение 2-3 лет восстановить плодородие и значительно улучшить водно-физические свойства почвы для возделывания последующих культур;

- введение зерноколосовых культур в структуру севооборота в больших объемах (до 37-40 %) не обеспечивает полное восстановление исходного плодородия и водно-физических свойств почвы на этих площадях, что в дальнейшем несомненно отрицательно отразится на уровнях урожайности сельхозкультур;

- сельхозпроизводство хлопчатника и люцерны лучше обеспечено парком машин и механизмов, позволяющим выполнить требования агротехники и качественной уборки урожая. Старый парк машин по уборке зерноколосовых работает с чувствительными потерями урожая, новая зарубежная техника по уборке зерна дорога, как и ее техническая эксплуатация, запасные части или аренда производителем.

При разработке схем размещения посевных площадей в зависимости от почвенно-мелиоративных условий мы воспользовались данными ГИСа и проекта "ВАРМАП" по почвам зоны планирования. Сведения о каждой почвенной разности позволяют просчитать ожидаемые уровни урожаев для основных культур по методике программирования урожаев (В.А.Духовный, С.А.Нерозин).

Проведенные расчеты позволили сгруппировать основные почвенные характеристики в привязке к уровням действительно возможных урожаев и выявить площади с ухудшенными почвенно-мелиоративными характеристиками, которые дают заведомо низкие и не рентабельные урожаи (5,0-10,0 ц/га). Так в Ферганской области таких земель около 33-36 тыс.га, в Наманганской области более 32 тыс.га, в Андижанской области не более 5 тыс.га. В этом случае наши предложения сводятся к рекомендации использования этих земель только для кормопроизводства (выращивания трав, травяных смесей, в ряде случаев клевера, люцерны) с целью повышения плодородия, а также для проведения агро-мелиоративных мероприятий, повышающих производительную способность почв. Сэкономленные ресурсы (удобрения, вода, техника, ГСМ и др.) должны быть направлены на повышение урожайности рядом расположенных пахотных земель. После улучшения ситуации, которая займет 5-7 лет, указанные земли можно вводить в севооборотные схемы.

Все остальные площади должны использоваться в севооборотных схемах с целью получения максимального количества продукции с единицы площади за счет рационального чередования культур, и агротехники обеспечивающей оптимальные условия питания и влагообеспеченности посева.

Проведенные агроэкономические расчеты свидетельствуют, что увеличение площадей занятых хлопчатником (до 46,5 % - 48,6 % от всей посевной площади) и люцерной (до 15 %) согласно перспективной схеме может принести "Хозяйственную" выгоду для сельхозпроизводителей в размере 846864 тыс.сумов. "Народно-хозяйственная" (государственная) выгода от реализации волокна (учитывая расходы на переработку хлопка-сырца) составляет не менее 70-100 долларов США на тонну продукции. Следует учитывать и "скрытую" доходность получаемую при возделывании люцерны, т.к. среднемноголетние прибавки в урожаях хлопчатника после люцернового севооборота составляют 3 ц/га, и наоборот, при отсутствии полноценного севооборота урожайность сельскохозяйственных культур существенно снижается. Таким образом, реализация предлагаемых схем размещения сельхозкультур в Ферганской долине позволит получить прямые выгоды как сельхозпроизводителю, так и государству, при одновременном повышении уровня плодородия, улучшения водно-физических свойств почв и мелиоративного состояния на землях вовлеченных в полноценный севооборот.

Литература

1. Березовский В.Г. - Интенсификация хлопковых севооборотов. Ташкент, "ФАН", 1976.
2. Воробьев С.А. - Севообороты интенсивного земледелия. Москва, "Колос", 1979.
3. Духовный В.А., Нерозин С.А. - Программирование урожая (системный подход в приложении к мелиорации). Ташкент, УзНИИТИ.1989.
4. Нерозин С.А. - Отчет о НИР "Обоснование для размещения сельхозкультур по зонам планирования", Ташкент, САНИИРИ, 2002.

5. Отчет о НИР "Программа развития орошаемого земледелия, мелиорации земель и технического перевооружения оросительных систем Ферганской области". Ташкент, Объединение "Водпроект", 1999.
6. Справочник по орошаемому земледелию. Кишинев, "Карта". 1990.
7. Турсунходжаев З.С., Балкунов А.С. Научные основы хлопковых севооборотов. Ташкент. "Мехнат". 1987.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ВОДЫ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Э.Д. Чолпанкулов, О.П. Инченкова

Научно-информационный центр МКВК

В связи с нарастающим дефицитом оросительной воды поиски ее источников становятся весьма актуальной проблемой.

Одним из возможных вариантов решения этой проблемы является использование дренажных и грунтовых вод, которое может разрешить ряд вопросов мелиорации: во-первых, это дополнительный источник оросительной воды; во-вторых, это средство, уменьшающее водоподачу на мелиорируемые территории; в-третьих, это способ дополнительного расширения посевных площадей под сельскохозяйственные культуры и улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель.

К этой проблеме в настоящее время привлечено внимание широкого круга исследователей, изучающих условия, при которых можно применять для орошения дренажные и грунтовые воды повышенной минерализации, отзывчивость культур на полив соленой водой, возможность применения воды повышенной минерализации для промывки засоленных земель.

Во всем мире наблюдается общее потепление климата, что с точки зрения агроклиматологии для сельского хозяйства благоприятно, однако, увеличение температурного фона, увеличение испарения вызовет увеличение количества и объемов вегетационных поливов.

В 1992 г. в Рио-де Жанейро на конференции по окружающей среде и развитию была подписана 155 государствами Рамочная Конвенция ООН об изменении климата. Основными обязательствами стран, присоединившихся к Рамочной Конвенции, являются:

- предоставление информации об эмиссиях и стоках парниковых газов;
- изучение климатических изменений;
- разработка мер смягчения и путей адаптации к последствиям изменения климата;
- проведение мероприятий по сокращению эмиссии парниковых газов.

Признавая важность решения проблемы изменения климата и необходимость принятия эффективных мер по смягчению его последствий, Узбекистан в 1993 г. присоединился к этой Рамочной Конвенции.

Изучение динамики климата за многолетний период показало, что в настоящее время в регионе наблюдаются изменения различных компонентов климатической системы. Особенно это видно по тенденции увеличения температуры воздуха, причем как в холодном, так и в теплом полугодиях. Данные наблюдений по бассейнам горных рек показывают устойчивое уменьшение переходящих запасов снега.

Наблюдается деградация ледников и сокращение их площади, ярким примером чего может служить ледник Абрамова, потерявший за 31 год наблюдений 18% запасов воды. Сокращение оледенения в будущем повлечет за собой уменьшение объемов и режима стока рек.

Для прогноза изменения климата в настоящее время используется несколько климатических сценариев [1]:

- СССРМ- модель Канадского климатического центра;
- УКМО- модель Метеорологического бюро Соединенного Королевства Великобритании;
- GFDL - модель Лаборатории геофизической гидродинамики США;
- GISS - модель Института Годарда по космическим исследованиям и
- региональная - модель, разработанная учеными Узкомгидромета.

Нами для расчетов оросительных норм были использованы результаты, полученные по вышеуказанным моделям, а также результаты расчетов региональных исследований. В таблице 1 показаны изменения температуры воздуха и осадков в отклонениях от базовых норм.

Все перечисленные модельные сценарии показывают увеличение температуры воздуха, например, модель UKMO показывает увеличение среднегодовой температуры воздуха на 6 °С и уменьшение осадков до 90% от среднемноголетней нормы.

Надо принимать во внимание тот факт, что во многих районах государств бассейна Аральского моря вследствие интенсивной хозяйственной деятельности уже произошли локальные антропогенные изменения климата и целых экосистем, при этом изменения климатических условий могут вызвать весьма негативные последствия.

Как инструмент расчета была использована компьютерная программа ФАО ООН CROPWAT. Программа позволяет быстро рассчитать поливные режимы и оросительные нормы; она наиболее эффективна при использовании ее в режиме имитационной модели, когда можно задать условия получения значений оросительных норм с наименьшей потерей урожая определенной сельхозкультуры.

Таблица 1

Модельные сценарии возможных изменений температуры (dT) и осадков (R) в отклонения от базовых норм

Зима		Весна		Лето		Осень		Год	
dT° C	R%	dT° C	R%	dT° C	R%	dT° C	R%	dT° C	R%
8.9	108	8.0	88	CCCM		4.6	133	6.9	100
				6.0	75				
6.1	100	5.8	65	UKMO		5.5	67	6.0	90
				6.6	150				
3.2	100	5.1	76	GFDL		4.3	133	4.4	110
				5.1	200				
5.1	131	3.5	141	GISS		4.2	83	4.4	140
				4.5	192				
3.5	120	2.0	120	Региональная		2.0	120	2.5	120
				2.5	120				

Программа CROPWAT использовалась нами в научных разработках НИЦ МКВК, и на основе ее нами были вычислены поливные и оросительные нормы для основных сельхозкультур государств бассейна Аральского моря. Выполнение этого исследования основывалось на почвенно-мелиоративном районировании территории, учитывающем весь комплекс существующих условий почвообразования, поэтому мы воспользовались районированием, выполненным институтом Средазгипроводхлопок (Шредер В.Р. и др.). Расчет поливных и оросительных норм проводился по 26 метеорологическим станциям для года средней водности. Другим исследованием, в котором инструментом расчета была взята программа CROPWAT, являлся прогноз изменения поливных и оросительных норм при глобальном потеплении климата.

Нами были проведены расчеты потребностей основных сельхозкультур в орошении, т.е. культур, которые занимают в настоящее время не менее 85% всей орошаемой площади; оросительные нормы получены по программе CROPWAT на основе среднемноголетних значений по 26 метеостанциям, расположенным в орошаемой зоне Центрально-Азиатского региона. В качестве примера (табл. 2) приведены прогнозируемые объемы оросительной воды для основных сельхозкультур по некоторым областям республик Узбекистан, Казахстан, Кыргызстан и Таджикистан по различным климатическим сценариям.

При анализе водопотребностей сельхозкультур при глобальном потеплении климата оказалось, что в основном поливные и оросительные нормы увеличиваются, однако по сценариям GISS и региональному прогнозируемые нормы могут быть и ниже среднемноголетних. Это объясняется тем, что по этим сценариям возможно увеличение осадков на 20-40 % по сравнению со среднемноголетними.

В бассейне Аральского моря формируется около 32 км³ возвратных вод; из них коллекторно-дренажные воды составляют около 29 км³, а сточные воды от промкомбыта – 3 км³. Понимая возможность использования минерализованных вод на орошение как дополнение к имеющимся водным ресурсам территории, в НИЦ МКВК проводились большие исследования в этой области.

Таблица 2

Прогнозируемые объемы оросительной воды при потеплении климата, км³
по некоторым областям республик Центрально-Азиатского региона

Область	Сельхоз-культура	Площадь (тыс. га) (S - 1997 г.)	М О Д Е Л И					Региональная
			Средне-многолет.	СССМ	UKMO	GFDL	GISS	
Сырдарьинская	Пшеница озимая	68,5	0,106	0,103	0,103	0,103	0,096	0,096
	Хлопок ср.волоkn.	138,7	0,68	0,707	0,673	0,673	0,631	0,617
	Люцерна	20,7	0,139	0,153	0,161	0,141	0,122	0,122
Итого (S и W)		227,9	0,925	0,963	0,937	0,917	0,849	0,835
Разность (ΔW)				0,038	0,012	-0,008	-0,076	-0,09
Согдийская	Пшеница озимая	30,26	0,101	0,124	0,133	0,112	0,101	
	Хлопок ср.волоkn.	77,4	0,572	0,572	0,572	0,572	0,503	
	Сады	19,59	0,131	0,164	0,159	0,155	0,143	
	Люцерна	20,41	0,196	0,239	0,239	0,224	0,216	
Итого (S и W)		147,66	1	1,099	1,103	1,063	0,963	
Разность (ΔW)				0,099	0,103	0,063	-0,037	

Продолжение таблицы 2

Прогнозируемые объемы оросительной воды при потеплении климата, км³
по некоторым областям республик Центрально-Азиатского региона

Область	Сельхоз-культура	Площадь (тыс. га) (S - 1997 г.)	М О Д Е Л И				
			Средне-многолет.	СССМ	UKMO	GFDL	GISS
Ошская	Пшеница озимая	41,4	0,091	0,083	0,085	0,076	0,037
	Хлопок ср.волоkn.	13,6	0,072	0,073	0,073	0,071	0,062
	Сады	15,5	0,071	0,081	0,081	0,075	0,061
	Люцерна	29	0,211	0,232	0,241	0,21	0,189
Итого (S и W)		99,5	0,445	0,469	0,48	0,432	0,349
Разность (ΔW)				0,024	0,035	-0,013	-0,096
Кзыл-Ординская	Пшеница озимая	26,1	0,091	0,112	0,112	0,104	0,082
	Пшеница яровая	22,8	0,103	0,118	0,116	0,112	0,101
	Рис	68	1,144	1,496	1,482	1,442	1,397
	Люцерна	60,5	0,499	0,611	0,623	0,605	0,55
Итого (S и W)		177,4	1,837	2,337	2,333	2,263	2,13
Разность (ΔW)				0,5	0,496	0,426	0,293

Однако орошение водой повышенной минерализации способствует накоплению солей в почве, действие которых вследствие снижения возможности растений поглощать воду из почвенного раствора, аналогично недостаточному содержанию в ней влаги. Поэтому при расчете оросительных норм необходимо увеличивать их размеры при условии полива водой повышенной минерализации.

Для условий постоянных и периодических поливов водой повышенной минерализации от 1,0 до 4,0 г/л в наших расчетах были использованы коэффициенты увеличения оросительных норм. Эти коэффициенты, разработанные в НИЦ МКВК Якубовым Х.И. и Усмановым А.У. [2] для основных сельскохозяйственных культур хлопкового севооборота при различных почвенно-мелиоративных условиях, колеблются от 1,0 до 1,8. Расчеты были проведены по 26 метеорологическим станциям, расположенным на территории Центральной Азии.

В качестве примера приводится расчет оросительных норм для метеостанций Бухара и Чимбай, при условии слабозасоленных земель с минерализацией грунтовых вод 3 – 5 г/л при их глубине 2-3 м при постоянном и периодическом орошении водой повышенной минерализации (таблица 3), который показал следующие результаты.

1. Метеостанция Бухара, культура-хлопчатник средневолокнистый. Величина оросительной нормы по среднемноголетним данным составляет $7750 \text{ м}^3/\text{га}$. По климатическому сценарию УКМО к 2030 г. эта величина будет $8050 \text{ м}^3/\text{га}$, т.е. оросительная норма должна увеличиться на 14%; для люцерны $-9200 \text{ м}^3/\text{га}$ по среднемноголетним данным и по УКМО $-10650 \text{ м}^3/\text{га}$, т.е. 16%; по озимой пшенице $-3550 \text{ м}^3/\text{га}$ - среднемноголетние и по УКМО $-5300 \text{ м}^3/\text{га}$, т.е. 49%.

При постоянном поливе минерализованной водой 2 г/л оросительная норма для хлопка составит $9690 \text{ м}^3/\text{га}$, а по УКМО $-10060 \text{ м}^3/\text{га}$, для люцерны $-10950 \text{ м}^3/\text{га}$ и $12675 \text{ м}^3/\text{га}$ соответственно, для озимой пшеницы $-4300 \text{ м}^3/\text{га}$ и $6750 \text{ м}^3/\text{га}$ соответственно.

При периодическом поливе минерализованной водой с минерализацией 2 г/л значения оросительных норм будут ниже и составят: для хлопка $-8990 \text{ м}^3/\text{га}$, по модели УКМО $-9340 \text{ м}^3/\text{га}$; для люцерны $-10300 \text{ м}^3/\text{га}$ и по модели УКМО $-11610 \text{ м}^3/\text{га}$; для озимой пшеницы $-3980 \text{ м}^3/\text{га}$, по УКМО $-5940 \text{ м}^3/\text{га}$.

2. Метеостанция Чимбай. Оросительная норма для хлопчатника при поливе пресной водой по среднемноголетним данным составляет $5850 \text{ м}^3/\text{га}$, по УКМО она же составляет $6750 \text{ м}^3/\text{га}$, т.е. выше на 15%; для люцерны $-8350 \text{ м}^3/\text{га}$, а по УКМО $-9150 \text{ м}^3/\text{га}$, выше на 10%; для риса $-15360 \text{ м}^3/\text{га}$, по УКМО -16200 – 5%.

При постоянном поливе минерализованной водой с концентрацией 4 г/л величина оросительной нормы для хлопчатника составит $9302 \text{ м}^3/\text{га}$, а по УКМО -10732

$\text{м}^3/\text{га}$, т.е. увеличение оросительных норм по сравнению с пресной водой составит 59%, а по модели УКМО – 83%, для люцерны при постоянном поливе минерализованной водой 4 г/л оросительная норма составит $12108 \text{ м}^3/\text{га}$ по среднемноголетним данным, а по модели УКМО $-13268 \text{ м}^3/\text{га}$; для риса $-23040 \text{ м}^3/\text{га}$, а по модели УКМО $-24300 \text{ м}^3/\text{га}$.

Следует учесть, что в таблицах представлены оросительные нормы нетто поля без учета КПД техники полива и без КПД межхозяйственной сети.

Приведенные примеры показывают, что при неблагоприятном климатическом сценарии – УКМО – сильно увеличиваются оросительные нормы как при поливе пресной водой, так и при постоянном и периодическом поливах минерализованной водой.

Нами были получены зависимости между оросительными нормами, необходимыми для основных сельскохозяйственных культур Центрально-Азиатского региона при среднемноголетних климатических данных и прогнозируемых по моделям CCCM, UKMO, GFDL и GISS, описывающим глобальное потепление климата. Расчет проводился по тем же 26 метеостанциям, расположенным в равнинной части бассейна Аральского моря (таблица 4).

В заключение следует отметить, что при глобальном потеплении климата ожидается значительное увеличение необходимых для сельского хозяйства объемов оросительной воды. При использовании на орошение минерализованной воды необходимо увеличивать поливные и оросительные нормы, чтобы не допустить засоления орошаемых земель.

Таблица 3

Удельная водолотребность в оросительной воде, м³/га при поливе пресной и минерализованной водой различной концентрации

Варианты поливов	Среднемноголетние данные температур воздуха и осадкам											
	при постоянном поливе						По модели УКМО					
	пресной водой	минерализован. вода			пресной водой	минерализован. вода			пресной водой	минерализован. вода		
1,00		1,50	2,00	3,00		4,00	1,00	1,50		2,00	3,00	4,00
метеост. БУХАРА хлопок среднев. люцерна озимая пшеница	7750	8370	9070	9690	11000	12320	8050	8690	9390	10060	11430	12800
	9200	9380	10120	10950	12330	13340	10650	10860	11080	12675	14270	15440
	3550	3660	3980	4300	4900	5325	5300	5460	5620	6415	7315	7950
ЧИМБАЙ хлопок среднев. люцерна рис	5850	6318	6844	7312	8307	9302	6750	7873	7898	8437	9585	10732
	8350	8517	9185	9936	11189	12108	9150	9333	10065	10888	12261	13268
	15360	15821	17203	18586	21197	23040	16200	16686	18144	19602	22356	24300
Варианты поливов	Среднемноголетние данные температур воздуха и осадкам											
	при постоянном поливе						По модели УКМО					
	пресной водой	минерализован. вода			пресной водой	минерализован. вода			пресной водой	минерализован. вода		
1,00		1,50	2,00	3,00		4,00	1,00	1,50		2,00	3,00	4,00
метеост. БУХАРА хлопок среднев. люцерна озимая пшеница	7750	8140	8525	8990	9765	10620	8050	8450	8855	9340	10140	11030
	9200	9200	9660	10030	10580	11225	10650	10650	11180	11610	12250	12990
	3550	3550	3835	3980	4260	4545	5300	5300	5725	5940	6360	6785
ЧИМБАЙ хлопок среднев. люцерна рис	5850	6142	6435	6786	7371	8014	6750	7088	7425	7830	8505	9248
	8350	8350	8768	9102	9602	10187	9150	9150	9608	9974	10522	11163
	15360	15360	17203	17203	18432	19661	16200	16200	17496	18144	19440	20736

Таблица 4

Зависимость между оросительными нормами для среднепогодных климатических условий и для моделей прогноза

	МО ДЕЛЬ			
	СССМ	УКМО	GFDL	GISS
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	ХЛОПЧАТНИК			
	$Y=1,214X - 560,3$ 0,86	$Y=1,222X - 560,3$ 0,85	$Y=1,12X - 309,7$ 0,89	$Y=1,22X - 1347,9$ 0,87
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	КУКУРУЗА			
	$Y=1,17X - 74,3$ 0,81	$Y=1,22X - 292,3$ 0,75	$Y=1,047X + 134,3$ 0,81	$Y=1,047X + 134,3$ 0,81
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	ПШЕНИЦА			
	$Y=1,039X + 226,7$ 0,89	$Y=1,001X + 308,3$ 0,88	$Y=1,003X + 192,6$ 0,89	$Y=1,003X + 192,6$ 0,89
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	ЛЮЦЕРНА			
	$Y=1,004X + 1541$ 0,89	$Y=0,976X + 1979,8$ 0,87	$Y=1,008X + 1143,9$ 0,88	$Y=1,032X + 244,4$ 0,91
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	КУКУРУЗА НА СИЛОС			
	$Y=1,021X + 428,6$ 0,91	$Y=1,036X + 352,9$ 0,9	$Y=0,99X + 298,8$ 0,93	$Y=1,18X - 422,8$ 0,82

Примечание: X - оросительная норма (нетто) по среднепогодным данным;

Y - оросительная норма по модели

Литература

1. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан, Ташкент, 2000 г., с. 252
2. Якубов Х.И., Усманов А.У. “Разработать экономико-математическую модель и базу данных для выбора зон эффективного использования коллекторно-дренажных вод (КДВ) на орошение в регионе” Отчет о НИР НИЦ МКВК, Ташкент, 2000 г., 146 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ МАШИННОГО ВОДОПОДЪЕМА

О.Я. Гловацкий*, Х.Х. Исаков**, О.Ю. Пак*, Ш.Г. Талипов**

*САНИИРИ им. В.Д. Журина, **ТИИМСХ

Особенностью сельского хозяйства Узбекистана и других Республик Центральной Азии является широкое развитие машинного орошения.

К 2003 г. мощность основного насосно-энергетического оборудования, отработавшего парковый (заводской) ресурс составила по крупным НС в Республиках Центральной Азии более 50% установленной мощности. В условиях срочной реновации должна быть определена стратегия эксплуатации, направленная на поддержание необходимых экологических, надежностных и экономических параметров основных элементов гидротехнического узла НС. Определение «лимитирующих» элементов в изменившихся условиях эксплуатации является чрезвычайно актуальной задачей в начале XXI века.

Продление ресурса – метод самый дешевый, но приводящий к накоплению физически и морально устаревшего оборудования и соответственно проблемы обновления фондов в перспективе. Затраты на диагностику, ремонтно-восстановительные работы и замену эколого-ресурсоопределяющих элементов при продлении сроков эксплуатации в 6-7 раз ниже затрат на полную замену оборудования.

Длительная эксплуатация изношенного оборудования в условиях ужесточающегося режимов его работы приводит к следующим негативным последствиям:

1. Более половины аварий и отказов вызваны физическим износом узлов (рабочего колеса, камеры рабочего колеса, подшипников), т.е. основных узлов, восстановление которых требует полной разборки с выводом из эксплуатации на длительный период.

2. Снижается средневзвешенный КПД оборудования, ухудшаются экологические характеристики.

Условия работы насосного оборудования в Центральной Азии следует отнести к весьма тяжелым. Они определены высоким содержанием твердых взвешенных частиц в перекачиваемых водах – 6...15 г/л, высокой температурой окружающего воздуха 35...50°C, круглогодичным циклом работы (в зимний период заполняются водохранилища, проводятся промывные поливы и др.) На дренажных системах имеет место высокая минерализация воды – до 25 мг/л. Результатом действия указанных факторов является относительно низкий ресурс работы насосов – 2000-4000 часов до капитального ремонта и их КПД. Отсюда возникает целый ряд специфических научных, технических, технологических и организационных задач по повышению надежности эксплуатации НС.

Масштабы обновления инвестиционной политики требуют и нового экологического мышления, и ужесточения требования к ресурсоемким проектам. Реконструкция систем машинного водоподъема (СМВ), может дать наибольший экономический и экологический эффект.

Решающее значение здесь приобретает экологическая экспертиза и, в частности, гидроэкологическая, так как во многих регионах резко ухудшилось качество пресных вод и наблюдается их истощение.

До последнего времени при проектировании и эксплуатации гидроузлов СМВ традиционно учитывались наиболее очевидные воздействия их на окружающую среду, связанные с непосредственным затоплением и подтоплением территорий.

В настоящее время выявляются экологические аспекты проблемы. Насосные установки являются весьма энергоемкими объектами. Они ежегодно расходуют примерно 20% вырабатываемой электро-

энергии, что только для стран бассейна Аральского моря составляет около 300 млрд.кВт.ч в год, а производство электроэнергии оказывает вредное влияние на окружающую среду.

Распространение энергосберегающих систем при реконструкции СМВ позволит сэкономить в этих странах 7-8 млрд. кВт.ч в год, то есть примерно 1% выработанной электроэнергии. Это значит, что при ежегодном приросте выработки электроэнергии в 3-4 % ввод новых энергетических мощностей может быть снижен на 1/3. Вследствие этого будет предотвращено сжигание 1,8-2 млн. тонн условного топлива или 2-3 млн. тонн реального угля. Таким образом будет получен существенный экологический эффект за счет уменьшения вредных выбросов в воздух и воду.

Кроме того, эти системы снижают вероятность возникновения гидравлических ударов, предотвращают разрушение трубопроводов и, как следствие, излив воды и стоков на поверхность земли и в водоемы.

Важным следствием реконструкции СМВ является повышение единичной мощности насосных агрегатов и уменьшение их количества, что дает дополнительную экономию энергии и сокращает объемы зданий насосных станций на 15-20%. При этом земля высвобождается для других целей, например, для увеличения площади зеленых насаждений.

Программа внедрения новой техники и технологий включает основные разделы:

1. Внедрение системы диспетчерского контроля насосными станциями (АСДКУ) или информационно-советующей системы (ИСС).

Диспетчеризация значительно повысило безаварийную эксплуатацию насосных станций, предупреждение формирования аварийных ситуаций.

2. Новые решения вопросов надежности и устойчивости эксплуатации насосных станций. При эксплуатации насосных агрегатов вопросы надежности и долговечности имеют важное значение, которое едва ли можно переоценить. Вертикальные насосные агрегаты были созданы 20 и более лет назад, а устаревшие материалы, технологии их изготовления применяются в настоящее время.

Основными недостатками ранее созданных насосных агрегатов (НА) являются:

- Большой износ уплотняющих элементов
- Износ пар трения, работающих в среде сточной жидкости
- Эрозионный и абразивный износ рабочих колес и корпусов насосов
- Применение низкосортной, некачественной уплотнительной набивки (ежемесячная смена уплотнительной набивки) на вертикальных и горизонтальных НА.

В творческом техническом сотрудничестве САНИИРИ с научно-производственными и эксплуатационными организациями решен ряд проблем, которые в значительной степени повысили надежность работа НА, повысили сроки эксплуатации насосов.

Создан направляющий подшипник, ранее не применявшийся в насосных агрегатах. Был применен износостойкий антифрикционный материал (графитофторопластовый) вместо традиционных (резины и лигнофоля). Низкий коэффициент трения (до 0,002), большие воспринимаемые нагрузки (до 30-40 кг/см²) и окружные скорости до 40 м/с.

Другой важной особенностью направляющего подшипника является то, что он самоподжимной, данное свойство позволяет экономить воду. На существующий подшипник требуется расход воды до 60 л/мин на охлаждение, а вновь созданный подшипник – расход воды на охлаждение 4 л/мин. Только экономия воды в год от внедрения данного подшипника составит около 29000 м³ на один насос.

Например, по проекту на насосных станциях КМК установлены вертикальные осевые насосы типа ОПВ-260. Насос содержит корпус и, расположенные в нем, выправляющий аппарат и рабочее колесо. Смазка верхних и нижних направляющих подшипников осуществляется технической водой, отстаиваемой в специальных отстойниках и подаваемой индивидуально в каждый подшипник с последующим сливом в дренаж.

Из-за несовершенства заводских уплотнений перекачиваемая вода, содержащая до 14 мг/л взвесей, попадает в подшипник, вызывая их усиленный абразивный износ, что, в первую очередь, снижает ресурс основных узлов и деталей износа (рабочее колесо, подшипники, вал и т.д.).

На насосных станциях КМК внедрены вертикальные осевые насосы, снабженные герметичным водозаполненным кожухом с верхним и нижним уплотнителем, который выполнен в виде полого цилиндра и обтекателя, что создает замкнутую систему смазки и препятствуют попаданию перекачиваемой воды в подшипники насоса.

Замкнутая система смазки создает единый объем технической воды для смазки направляющих подшипников, исключая из существующей системы смазки два уплотнения: нижнее монтажное уп-

лотнение верхнего направляющего подшипника, верхнее уплотнение нижнего направляющего подшипника, что предотвращает попадание загрязнений в перекачиваемую воду.

Применение погружных насосов при реконструкции насосных станций позволяет:

- Снизить стоимость строительно-монтажных работ и отчуждение территорий
- Повысить надежность работы НС в случае затопления при отключении эл.энергии

Под руководством авторов на двух осевых насосах типа 19000-15 ($Q = 19$ тыс.м³/ч., $H=15$ м) был смонтирован металлический развитый вход в виде наклонной крышки размером 2Х2,2 м перед конусообразным направляющим аппаратом.

Этим устройством ликвидированы подсос воздуха в насос через водоворотную воронку и вихреобразования в аванкамере с боковым водозабором. Гидравлические условия подвода воды к насосам – спокойные при всем рабочем диапазоне уровней воды нижнего бьефа.

Результаты испытаний подтвердили, что устройство развитого входа перед насосами обеспечивает их надлежащую работу применительно к требованиям водозабора из аванкамеры. Этим ликвидируется повышенная вибрация и улучшается экологическая устойчивость работы НА.

С экологической точки зрения большинство крупных насосных агрегатов и особенно дизель-насосные установки типа СНП-500/10 по оценке экспертов могут представлять в недалеком будущем, из-за прогрессирующего износа уплотнительных узлов и больших протечек нефтепродуктов в перекачиваемую воду.

В настоящее время этот процесс можно наблюдать на большом количестве установок СНП 500/10, работающих вдоль берегов Сырдарьи, магистральных каналах КМК, АБМК и др. Результаты загрязнения вод обнаруживаются на орошаемых участках земель в виде обширных масляных пятен. Предварительные оценки количества и качества загрязнения нефтепродуктами оросительных вод вызывает у агротехников большую тревогу.

В этой связи формируются научно-технические, конструкторские др. задачи по снижению, а в некоторых случаях полного исключения загрязнения вод нефтепродуктами на системах машинного водоподъема.

Рабочие гипотезы разработки исследований строятся по двум независимым направлениям:

- Техническая реконструкция и разработка новых конструкций насосных агрегатов исключающих (или значительно снижающих) протечку масел и за его проделами;
- Разработка и постановка на производство самоочищающихся плавучих запаней портативных передвижных маслоуловительных установок от загрязнения нефтепродуктами, основанных на принципе запаней.

Республике Узбекистан принадлежит мировой приоритет в применении оригинальных плавучих запаней автоматического действия. Впервые разработанная в системе ММ и ВХ РУз запань имела регулируемый козырек с принудительной дискретной гидравлической очисткой. Производственные испытания на головной НС Каршинского магистрального канала (КМК) позволили установить, что перепад уровней воды на решетках составлял 35...85 см, а при установке запани – до 7 см. При этом запань задерживала и удаляла свыше 85 % поступающего в аванкамеру плавника.

Натурные исследования НС и анализ опыта их эксплуатации позволил выявить элементы водопроточного тракта агрегата и гидротехнического узла станции, влияющие на эксплуатационные параметры и экологическую надежность работы НА.

В 2001-02 гг. сотрудники лаборатории насосных станций и установок САНИИРИ провели комплексное обследование НС: головных НС КМК и АБМК (НС-1 и «Хамза»), НС Кую-Мазар, Аму-Занг-2 по оценке технического состояния и определения факторов надежности и безопасности эксплуатации НС.

На основе результатов исследований обоснованы и разработаны методы расчета предлагаемых конструкций водоподводящих сооружений крупных мелиоративных НС, учитывающие особенности их эксплуатации в Узбекистане. Внедрение оптимальных комбинаций новых донных и плавучих элементов позволяет ликвидировать водоворотные зоны, перепады УВНБ, создать благоприятные гидравлические условия работы НА. Исследования проведены по двум направлениям:

- создания конструкции плавучих устройств на водозаборе с целью снижения объема наносов, рыбы, плавника, поступающего к НС;
- модернизация запаней на НС с жесткой фиксацией направления гидравлической очистки.

Одновременно подобные исследования ведутся за рубежом, в результате чего были созданы плавучие запани в Англии (патент №1390193, 1975 г.), Франции (патент №2435560, 1980 г.), Японии (па-

тент №5014460, 1980 г.) и др. Эти запаны имеют тенденцию описанную нами во втором направлении работы.

Наиболее успешны вопросы рыбозащиты при водозаборе решаются на основе использования экологических особенностей различных видов ихтиофауны и направленного формирования гидравлической структуры потока.

Косо установленный на входе в канал донный порог предотвращает попадание в него молоди рыб, скатывающейся у дна реки и частично в толще речного потока. Одновременно обеспечивается поступление в оросительную систему верхних слоев воды с мальками рыб, которая продолжает концентрироваться в слоях на прямолинейном участке подводящего канала. На излучине под действием неуравновешенных центробежных сил возникает оперечная циркуляция, направленная по радиусу кривизны канала и перераспределяющая молодь рыб к его вогнутому берегу. Здесь расположен оголовок рыбоотводящего тракта, по которому рыбная молодь эвакуируется за пределы зоны водозабора [1].

Система рыбозащиты с помощью струе отклоняющих устройств особенно удобна при реконструкции действующих водозаборов оросительных систем, в чьих подводящих каналах не предусмотрены участки поворота русла, пригодные для перераспределения молоди рыбы по всей ширине потока.

Эффективность защиты рыбы методом поперечной циркуляции при достаточной функциональной надежности достигает 75-80%.

Одним из основных следствий эксплуатации СМВ является трансформация русел рек, межсезонное перераспределение жидкого стока, уменьшение паводковых расходов межени, полная и частичная задержка твердого стока, поступление в СМВ осветленного потока, местное перераспределение удельных расходов по ширине русла, волнение, возникающее в ряде случаев, временное повышение мутности потока.

Кроме влияний, обусловленных гидравлическими факторами, примыкают изменения термических условий и влияния их на рыбоводство. Известно, что в связи со строительством плотин в результате зарегулирования реки происходит существенное изменение ее температурного режима. На р.Ханьцзян в нижнем бьефе гидроузла Даныцзянкоу среднегодовая температура воды уменьшилась на 5,7°C, но минимальная температура при этом поднялась на 3,1°C, что привело к удлинению на 20-30 дней периода репродукции нескольких видов карпа и благотворно влияло на условия разведения других пород рыбы. Улов в нижнем бьефе повысился по сравнению с бытовым состоянием р. Ханьцзян на 50-90%.

С этой точки зрения разработка надежных методов прогнозирования руслового процесса и регулирования гидравлического и термического режимов потока в СМВ имеет очень большое значение.

Долговременное загрязнение речного русла, изменение речного стока, главным образом в сторону его уменьшения, нарушение режима уровней и скоростей течения привело к развитию необратимых русловых изменений, которые не могут быть устранены без направленного инженерного воздействия.

Задача регулирования русловых процессов состоит в том, чтобы в условиях действия факторов урбанизации, отрицательно сказывающихся на ходе русловых процессов, обеспечить необходимые гидравлические, эксплуатационные и экологические показатели речного русла и водотока в целом.

Решение этой задачи может производиться с использованием всего арсенала инженерных методов, включающего землечерпание, устройство различных русловыправительных сооружений, направленно влияющих на гидравлику речного потока и ход руслового процесса. Комплекс инженерных мероприятий должен предусматривать очистку сбросных и сточных вод и особенно поверхностного стока, являющихся поставщиками загрязненных взвесей, осаждение которых может привести к повторному загрязнению русла. В этот комплекс должна входить система специального регулирования стока, позволяющая в условиях его максимального хозяйственного использования, свойственного урбанизации, обеспечить регулярную самопромывку водотока в паводок и режим транспорта мелких взвесей в межень без дополнительных затрат воды на эти цели. В связи с высокой стоимостью русловыправления с применением землечерпательных методов гидравлические методы промывки русла остаются единственным оперативным средством поддержания русел рек в должном санитарном состоянии.

Очистка русел рек от загрязненных донных грунтов в пределах крупных промышленных центров обладает рядом особенностей, существенно отличающих ее от обычных русловыправительных работ. По сравнению с устройством русловыправительных прорезей, оказывающих на речной поток локальное влияние, очистка русла, изменяющая форму поперечного сечения, шероховатость, смоченный периметр, на участках большой протяженности оказывает существенное влияние на структуру всего потока, его гидродинамику и ход руслового процесса на очищенном участке. Особенности это-

го влияния должны тщательно изучаться и учитываться в расчетах заносимости и размывов очищенного русла при реконструкции НС.

При рассмотрении факторов, влияющих на самоочистительную способность водотока, русловой процесс ранее не учитывался. Считалось, что самоочищение речной воды происходит под действием химических и микробиологических процессов, происходящих непосредственно в самой воде. Вместе с тем, осаждение взвесей антропогенного и техногенного происхождения, являющееся элементом руслового процесса, одновременно представляет собой важное звено в процессе самоочищения речной воды. Действительно, мелкодисперсная взвесь в виде илистых, пылеватых и коллоидных частиц вследствие чрезвычайно развитой поверхности является активным адсорбентом, изымающим из воды многие химические соединения и органические вещества. Именно на поверхности частиц мельчайшей взвеси осуществляется жизнедеятельность водных микроорганизмов, утилизирующих вредные примеси и органические вещества, так как доля свободноплавающих микроорганизмов невелика. В результате этих процессов масса частиц возрастает, устойчивость коллоидов нарушается, происходит коагуляция частиц, объединение их в хлопья и осаждение на дно реки.

Необходимость в очистке русел следует устанавливать при помощи объективных критериев и технико-экономических расчетов, учитывая требования санитарного и социального характера. Принципиальные основы проекта очистки русла должны устанавливаться из условий достижения максимального улучшения гидравлических характеристик водотока, хода руслового процесса и сохранения полученных положительных эффектов в течение длительного времени.

Технологическая схема выполнения работ по очистке русла выбирается на основе технико-экономических расчетов, реальных производственных возможностей и требований к охране водотока от загрязнения.

При решении вопроса о необходимости очистки русла загрязненность речной воды с учетом загрязняющей роли отложений устанавливается для незарегулированных водотоков применительно к наименьшему среднемесячному расходу 95%-ной обеспеченности, для зарегулированных водотоков применительно к гарантированному санитарному попуску.[2].

Повышение концентрации каждого вида примеси в речной воде $C_{дi}$ (вторичное загрязнение воды) вследствие контакта ее с загрязненными донными отложениями, содержащими растворимые примеси данного вида с концентрацией $C_{гi}$, рассчитывается по формуле

$$\frac{C_{дi}}{C_{гi}} = \frac{2}{h} \sqrt{\frac{D_{гM} t}{\pi}},$$

где h - средняя глубина речного потока, см

$D_{гM}$ - коэффициент молекулярной диффузии примесей в донных грунтах (может приниматься равным $0,4 \text{ см}^2/\text{сут}$)

$t=L_3/V$ – время контакта воды с загрязненными донными грунтами, определяется протяженностью загрязненного участка русла L_3 и средней скоростью речного потока V .

Очистка русла водотока малой или средней водности необходима, если суммарный эффект фоновой загрязненности речной воды и ее вторичного загрязнения приводит к превышению ПДК

$$\sum \frac{C_i}{ПДК_i} > 1,$$

где C_i - концентрация веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности,

$C_i = C_{Фi} + C_{0i} + C_{дi}$; $C_{Фi}$ - фоновая концентрация рассматриваемой примеси; C_{0i} -концентрация данной примеси в речной воде вследствие сброса сточных вод; $C_{дi}$ - концентрация рассматриваемой примеси в речной воде вследствие вторичного загрязнения.

Необходимость очистки русла определяется технико-экономическим расчетом в сравнении с альтернативными вариантами уменьшения объемов сбросных вод и повышением степени их очистки.

На прошлогоднем форуме в Алматы (2002г.) вопросы эксплуатации трансграничных НС и расчеты КПД были подробно рассмотрены.[2].

Определение оптимального значения КПД и степени реконструкции СМВ предлагается производить по оптимизационной зависимости:

$$\text{КПД} = f \left[\frac{B_1}{(k_1 + k_2) \cdot E_H + (Z_1 + Z_2)} \right],$$

B_1 -стоимость сэкономленной воды в результате повышения КПД СМВ

$$B_1 = C_B \cdot V_1$$

C_B - цена воды в бассейне СМВ р. Амударья, определенная по совокупному чистому доходу в орошаемом земледелии, например на основании данных, полученных в САНИИРИ.

V_1 -экономия воды от повышения КПД;

K_1 -стоимость реконструкции СМВ;

K_2 - стоимость реконструкции очистных и самотечных ГТС;

E_H - нормативный коэффициент экономической эффективности;

Z_1 и Z_2 - затраты на эксплуатацию СМВ и ГТС.

В современных условиях большое значение приобретает обеспечение квалифицированной консультационной помощью, включая экспертную оценку поступающих предложений по поставке новых технических и программных средств, что поможет наиболее эффективно решать проблемы реконструкции СМВ. Такие работы, помимо внедрения АСДКУ и ИСС, выполняет САНИИРИ и НИЦ МКВК.

Литература

1. Гловацкий О.Я., Цзю С.В., «Саморегулируемые плавучие запаны – лучшие средства соро- и рыбозащиты на водозаборах насосных станций», "Экспресс-информация", Ташкент, 1991 г.
2. Гловацкий О.Я., Беглов И.Ф., Исаков Х.Х. , «Режимы эксплуатации трансграничных насосных станций», "Водные ресурсы Центральной Азии. Water 2002", Алматы, 2002 г.

РАЙОНИРОВАНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО УСЛОВИЯМ ФОРМИРОВАНИЯ И ПИТАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД

Ш.Ш. Мухамеджанов

Научно-информационный центр МКВК

Развитие и расширение орошаемых земель в Центрально-Азиатском регионе привело к значительным изменениям, как природно-климатических условий региона в целом, так и к нарушению экологического равновесия основных рек Амударья и Сырдарья. Одним из основных факторов нарушения экологического равновесия являются коллекторно-дренажные воды сбрасываемые в речной бассейн. На сегодняшний день коллекторно-дренажные воды в орошаемой зоне бассейна Аральского моря составляют в пределах - 32-35 км³ с минерализацией от 2-3 до 5-6 г/л и более. Формирование такого количества коллекторно-дренажных вод и сброс его в реку неизбежно приводит к изменению естественного солевого режима главных рек бассейна. Оказывает отрицательное влияние на объекты водопользования нижерасположенных территорий, ухудшает экологическую обстановку нижнего течения речных бассейнов. В результате сброса коллекторно-дренажных вод в реку происходит изменение качества воды в реках Амударья и Сырдарья.

Основной задачей в решении данного вопроса является проведение комплекса мероприятий по сокращению стока дренажных вод от источника его формирования до его поступления в реку. Наиболее важным в решении этого вопроса является проведение территориальной оценки структуры формирования объема и качества дренажно-сбросных вод, его изменения в многолетнем и годовом цикле. Установление ключевых источников формирования, коллекторно-дренажных вод, доступных к проведению мероприятий по их сокращению или исключению сброса в реки, а также через использование на орошение возможного объема по качеству дренажных вод в зоне их формирования.

1. Состояние использования на орошение коллекторно-дренажных вод по Республике Узбекистан

Развитие орошаемого земледелия в бассейне Аральского моря и связанное с ним увеличение отборов воды, вовлечение в сельхозоборот трудно осваиваемых засоленных земель привели к увеличению объема и минерализации коллекторно-дренажных вод. Большая часть стока поступает в реку, часть повторно используется, другая часть сбрасывается в периферийные понижения и в Аральское море. Только незначительная часть, в зависимости от водности года - 1,1-2,5 км³ используется на орошение внутри системы без должного обоснования пригодности их качества. В настоящее время в пределах Республики Узбекистан формируется свыше 20 км³ коллекторно-дренажных вод, из них на внутриконтурное орошение используется 6 % от общего стока, сброс в реки составляет 29 % и 65 % отводится в местные понижения и в Аральском море (табл. 1).

Как показали многолетние наблюдения за отводом дренажно-сбросных вод за границу дренируемых орошаемых земель в различные по водности годы, эти расходы далеко не одинаковы. При максимальных расходах, соответствующих обеспеченности стока от 2,7 до 4,5 % сброс в реку пресной оросительной воды от общего сброса дренажных и оросительных вод составляет в пределах 38-58%, использование дренажных вод в эти годы минимальное. В средние по водности годы сброс пресной оросительной воды в составе дренажно-сбросных вод составляет в пределах 27 %, водозабор же дренажных вод на орошение и промывные поливы составляет - 47 %. В маловодные годы использование дренажных вод на орошение и промывки достигает 80 %, сброс пресных оросительных вод в эти годы отсутствует, то есть, в основном в реки сбрасываются чисто дренажные воды (Ш.Ш. Мухамеджанов, 1986-1990 гг.).

Таблица 1

Среднегодовые показатели современного состояния использования коллекторно-дренажного стока по областям Узбекистана

Наименование областей	Коллекторно-дренажный сток, млн м ³			
	орошаемых земель	в источники орошения (возврат в реки)	использование на орошение	всего
Бухарская	1357,26	9,71	53,52	1420,49
Джизакская	531,50	22,43	24,32	578,49
Кашкадарьинская	133,11	318,17	39,87	491,15
Навоийская	133,67	352,95	19,44	506,06
Наманганская	-	1859,27	69,18	1928,45
Самаркандская	-	602,41	114,87	717,28
Сурхандарьинская	501,01	567,84	164,88	1233,73
Ферганская	-	2213,11	124,05	2337,16
Каракалпакская	1386,93	556,42	32,63	2575,98
Андижанская	1514,97	147,8	102,16	1764,93
Хорезмская	2176,4	170,31	95,29	2442,00
Сырдарьинская	755,10	907,87	148,21	1811,18
Ташкентская	-	1028,79	435,88	1464,67
Итого	9089,95	8757,08	1424,30	19271,33
%	47,2	45,4	7,4	100

Особое значение в нарушение естественного водно-солевого баланса реки имеет водозабор на орошение и сброс коллекторно-дренажных вод в реку. В результате необоснованного использования высокоминерализованных коллекторно-дренажных вод на орошение происходит накопление солей в метровом слое почвогрунтов, что приводит к понижению плодородия почв и дополнительных затрат оросительной воды для проведения мероприятий по их рассолению.

Первоочередной задачей в решении вопроса качества воды в реке и улучшения экологической обстановки является проведение крупномасштабных мероприятий по сокращению стока дренажных вод от источника его формирования до его поступления в реку. Наиболее важным в решении этого вопроса является проведение территориальной оценки структуры формирования объема и качества дренажно-сбросных вод, его изменения в многолетнем и годовом цикле. Установление ключевых источников формирования доступных к проведению мероприятий по их сокращению или исключению сброса в реки.

2. Районирование орошаемых земель по условиям формирования и питания коллекторно-дренажных вод

На основе исследований условий формирования коллекторно-дренажных вод нами составлено районирование орошаемых земель Узбекистана по зонам формирования и условиям питания коллекторно-дренажных вод и применимости их на орошение с учетом объема и минерализации.

По гидрогеологическим условиям, орошаемую зону Узбекистана, можно выделить на напорную и безнапорную зоны формирования дренажных вод. В зоне с наличием напорных подземных вод до 50% и более дренажные воды состоят из выклинивающихся в систему коллекторов и дрен, подземных вод. К таким зонам относятся зоны выклинивания и рассеивания подземных вод межгорных впадин (Ферганская долина, Приташкентская, Зарафшанская, Сурхандарьинская впадина). В этой зоне в основном формируются дренажные воды относительно невысокой минерализации.

В безнапорной зоне подземных вод формирование коллекторно-дренажных вод всецело зависит от питания оросительных вод, рек и оросительных систем. Как правило, к таким зонам относятся равнинные зоны Голодной и Каршинской степи, обширные территории орошаемых земель Хорезмской и Бухарской областей. В этой зоне распространены дренажные воды повышенной минерализации.

По водохозяйственным условиям формирование коллекторно-дренажных вод отличается в первую очередь от водообеспеченности территории. В условиях Ферганской долины использование водных ресурсов несколько отличаются от менее водообеспеченных территорий Голодной степи и низовий р. Заравшан. В условиях Ферганской долины в формировании дренажных вод участвуют помимо сбросов с полей орошения транзитные сбросы с каналов и в то же время значительную часть коллекторно-дренажных вод составляют откачиваемые пресные подземные воды. В связи с этим в условиях водообеспеченных орошаемых территорий коллекторно-дренажные воды имеют невысокую минерализацию, чем коллекторно-дренажные воды сформированные в пустынной зоне.

В зоне орошения недостаточно водообеспеченных земель, большая часть дренажных вод формируется от инфильтрации оросительных вод. Как правило, этой зоне присуще засоление почв, грунтовые воды и дренажные воды имеют повышенную минерализацию.

Условия формирования коллекторно-дренажных вод в различных гидрогеолого-литологических и водохозяйственных условиях различаются объемом и минерализацией дренажных вод, питанием и напорностью подземных вод, мелиоративным состоянием орошаемых земель. В бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи выделяются три различные зоны по условиям формирования коллекторно-дренажных вод. Каждая из зон имеет свои особенности, которые определяют условия использования дренажных вод на орошение:

- **Зона выклинивания и рассеивания подземных вод межгорных долин и впадин.** К этой зоне относятся Ферганская долина, Приташкентская, Зарафшанская, Сурхандарьинская впадины. Месячный объем коллекторно-дренажных вод составляет более – 1000 м³/га, преобладающая минерализация дренажных вод составляет в пределах 1,5-2,5 г/л.

- **Безнапорная зона разгрузки подземных вод степей и степных оазисов.** К этой зоне относятся орошаемые земли Голодной степи, Каршинской степи и Бухарского оазиса. Месячная норма дренажно-сбросных вод в этой зоне составляет в пределах 500-800 м³/га. Минерализация дренажно-сбросных вод составляет 2,5-5,0 г/л.

- **Пойменная часть, конуса выноса и нижние террасы речных бассейнов.** К этой зоне относится обширная часть низовья реки Амударьи, Кермине-Кенимехский и Каракульский оазисы и конус выноса р. Шерабад. Месячная норма дренажно-сбросных вод составляет в пределах от 800 до 1500 м³/га. Минерализация дренажно-сбросных вод составляет 3,0-7,0 г/л (табл. 2).

3. Условия питания и режим внутригодового распределения коллекторно-дренажных вод

Условия формирования качества и стока коллекторно-дренажных вод различаются в зависимости от условий питания, от факторов их формирующих и от режима этих формирующих факторов.

По условиям питания коллекторно-дренажные воды можно разделить на четыре группы:

Первая группа - дренажные воды ирригационно-подземного питания;

Вторая группа – дренажные воды ирригационного питания;

Третья группа – дренажные воды ирригационно-речного питания;

Четвертая группа – зона перехватывающих дрен и коллекторов.

Таблица 2

Зоны формирования коллекторно-дренажных вод (Ш.Ш.Мухамеджанов)

Зона формирования подземных вод	Орошаемые зоны	Средний объем дренажно-сбросных вод, м ³ /га	Средняя минерализация, г/л
Зона выклинивания и рассеивания подземных вод межгорных долин и впадин.	Ферганская долина, При-ташкентская, Зарафшанская, Сурхандарьинская впадины	1000	1,5-2,5
Безнапорная зона разгрузки подземных вод степей и степных оазисов	Голодная степь, Каршинская степь, Бухарский оазис	500-800	2,5-5,0
Пойменная часть, конуса выноса и нижние террасы речных бассейнов	Низовья реки Амударьи, Кермине-Кенимехский и Каракульский оазисы, конус выноса р. Шерабад.	800-1500	3,0-7,0

К первой группе можно отнести систему дренажа расположенную в зоне напорных подземных вод и получающих питание, как от орошения, так и из подземных вод. Питание подземными водами дренажных вод в таких зонах составляет не менее 40-50% от общего дренажного стока. Эта зона охватывает в основном староорошаемые земли. На данной территории доля подземных вод в дренажном стоке достигает 60-70%. Режим коллекторно-дренажных вод характеризуется умеренным распределением в течении года, без резких подъемов и спадов. Максимальные расходы приходятся на осенне-зимнее время года ноябрь-февраль месяцы, минимальные на июль-август месяцы. Характерным для данной зоны является внутригодовое распределение где максимальному водозабору на орошение соответствует минимальный сток дренажных вод. Потребный объем на орошение покрывается дренажными водами на 35-39% (табл. 3).

Таблица 3

Районирование территории Узбекистана по зонам формирования и условиям питания коллекторно-дренажных вод (Ш.Ш.Мухамеджанов)

Зона формирования подземных вод	Условия питания коллекторно-дренажных систем	Зоны распространения	Доля питания подземных вод, %	Средний объем дренажно-сбросных вод, м ³ /га	Средняя минерализация г/л	Покрытие потребного водозабора дренажными водами	
						Вегетац %	Невегетац %
Зона выклинивания и рассеивания подземных вод межгорных долин и впадин.	Ирригационно-подземное питание	Ферганская долина, Приташкентская, Зарафшанская, Сурхандарьинская впадины	60-70	1000	1,5-2,5	40	60-80
	Зона перехватывающих дрен и коллекторов	Предгорные равнины Ферганской долины	90	1500-2000	0,8-1,0	80	80
Безнапорная зона разгрузки подземных вод степей и степных оазисов	Ирригационное питание	Голодная степь, Каршинская степь, Бухарский оазис	10-17	500-800	2,5-5,0	10	-
Пойменная часть, конуса выноса и нижние террасы речных бассейнов	Ирригационно-речное питание	Низовья реки Амударьи, Каракульский оазис, конус выноса р. Шерабад.	-	800 - 1500	3,0-7,0	-	-

Ко второй группе относится система дренажа, получающая питание только от орошения. Режим и внутригодовое распределение стока дренажных вод зависит от режима оросительных мероприятий в этой зоне. Режим внутригодового распределения дренажных вод умеренный без максимума и минимума расходов. Водообеспеченность потребного водозабора дренажным стоком очень не высокая. Характерной особенностью этой зоны являлся водозабор осуществляемый круглый год, в вегетацию на орошение и в осенне-зимне-весенний периоды на промывку земель. Водообеспеченность дренажных вод для покрытия потребного водозабора в период вегетации составляет от 10 до 20%.

Третья группа коллекторно-дренажных вод это системы, получающие питание, как от орошения, так и от крупных каналов и рек. К этой зоне относятся орошаемые земли, расположенные в пойменной части речных долин и крупных каналов. Эта группа дренажных систем отличается от первых двух тем, что ее режим продиктован не только оросительными мероприятиями, но и режимом колебания уровня реки, проточных озер и крупных каналов. Характерной особенностью этой группы является весенний и летний максимум, минимум приходится на зимний период.

Четвертая группа - это система горизонтального и вертикального дренажа получающая питание напорных подземных вод. Условия формирования подземных вод, в этой зоне, могут быть различными, как естественного (природного) характера, так и от орошения предгорных массивов. Приток подземных вод в этой зоне значительно превышает его отток. Для понижения уровня грунтовых вод в этой зоне применяются перехватывающие дрены и скважины вертикального дренажа с дебитом от 60 до 100 л/с. Дренажный модуль системы горизонтального дренажа составляет в пределах от 0,3 до 0,6 л/с с 1 га, воды этих систем как правило пресные.

4. Рекомендации по использованию коллекторно-дренажных вод на орошение в различных зонах с учетом условий формирования и питания дренажных вод.

С учетом условий формирования объема и качества коллекторно-дренажных вод его внутригодового распределения, мехсостава почв, мелиоративного состояния земель и естественной дренированностью территории назначаются основные направления использования их на орошение. При назначении мероприятий по использованию коллекторно-дренажных вод на орошение необходимо провести оценку пригодности их на орошение. С учетом условий формирования и наличия пригодных на орошение коллекторно-дренажных вод назначаются мероприятия по их использованию для различных зон бассейна Аральского моря.

Для зон с ирригационно-подземным питанием, куда относятся выше указанные территории наиболее реально использование дренажных вод на орошение по месту их формирования. Допустимая минерализация оросительных вод для этих зон, с учетом почвенных условий, состава солей в почве и дренажных водах, обеспеченности дренажа и состава культур, основными из которых являются хлопчатник и пшеница, установлено, по опытным данным, в пределах 2-3 г/л. В этих зонах при оценке общего объема дренажных вод и его качества установлено, что из общего объема коллекторно-дренажных вод составляющего 8,5-9,0 млрд м³ пригодные на орошение коллекторно-дренажные воды до 3 г/л составляют от 75 до 90 % в Ферганской долине и до 60-70 % в Сурхандарьинской и Ташкентской областях. В среднем по данной зоне пригодные на орошение дренажные воды составляют около 6500 млн м³.

В зонах с ирригационным и ирригационно-речным питанием, куда относятся орошаемые земли, расположенные в среднем и нижнем течении рек Амударьи и Сырдарьи, использование на орошение коллекторно-дренажных вод по месту формирования невозможно из-за высокой минерализации этих вод. Допустимая минерализация оросительных вод в этих зонах также ниже и составляет в пределах от 1,5 до 2,0 г/л. Невысокая допустимость оросительных вод по минерализации обосновывается тем, что в этой зоне формируется коллекторно-дренажные воды, имеющие в своем составе повышенные концентрации хлоридов и натриевых солей, оказывающие угнетающее действие на растения и процессы засоления земель. При выделении зон с невысокой минерализацией и наличием орошаемых земель незасоленных, легких по механическому составу почв и обеспеченных дренажем возможно частичное использование их по месту формирования. Основная часть коллекторно-дренажных вод этой зоны должна быть транспортирована и использована за пределами первичного места формирования. Использование коллекторно-дренажных вод этой зоны возможно в чистом виде, на легких, либо песчаных почвах для выращивания солеустойчивых кормовых культур или использование на орошение, и в рыбном хозяйстве после очистки на биолато. Общий объем коллекторно-дренажных вод этой зоны составляет в пределах 9000-10000 млн м³ в год. Из них пригодные на орошение коллекторно-дренажные воды до 1,5-2,0 г/л, составляют в пределах 7-8 % и эти воды в основном сосредоточены в Джизакской, Сырдарьинской, Самаркандской, Кашкадарьинской и Бухарской областях. В

Хорезмской области и Республики Каракалпакстан пригодные на орошение коллекторно-дренажные воды соответствующие по допустимости на орошение по общей минерализации (1,5-2,5 г/л) составляют 680 млн м³ в год, но в то же время они опасны для орошения по составу вредных ионов как хлор и натрий.

Таким образом следует отметить, что в орошаемой зоне Узбекистана существует три зоны формирования подземных вод и четыре различных условий питания коллекторно-дренажных вод, которые имеют принципиальное значение в планировании использования коллекторно-дренажных вод на орошение различных видов культур в различные периоды года.

НАПРАВЛЕННОСТЬ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ЭТАПАМ РАЗВИТИЯ ВОДНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

М.А. Якубов*, Т.У. Кудратов, Ш.Х. Якубов*****

***Институт водных проблем АН Узбекистана, **Бухарское областное управление сельского и водного хозяйства, ***САНИИРИ им. В.Д.Журина**

Рациональное распределение имеющихся водных ресурсов, эффективное их хозяйственное использование имеют первостепенное значение как с точки зрения удовлетворения растущих потребностей в воде населением, так и с экологической точки зрения. Только на основе совместного рассмотрения взаимосвязанных между собой элементов водного и солевого баланса, тщательного изучения количественных и качественных параметров и умения точного их прогнозирования возможно принятие научно-обоснованного решения по распределению и использованию водных ресурсов в различных целях без вредных экологических последствий.

Одной из зон, где ощущается острый недостаток водных ресурсов и связанное с ним нарушение экологического равновесия является территория Бухарской области, расположенная в среднем течении р. Амударьи.

Если рассматривать историю развития водных мелиораций Бухарской области, то можно заметить что до 1963-1965 гг. все поливные земли Зарафшанской долины имели единственный источник орошения – реку Зарафшан.

В те годы, несмотря на почти полное сезонное регулирование стока, водообеспеченность поливных земель оставалась низкой. Особенно тяжелое положение складывалось в маловодные годы, когда потребность в воде удовлетворялась всего лишь на 47-50 %.

Для повышения водообеспеченности Бухарской области был сооружен в 1963-1965 гг. Аму-Бухарский машинный канал, пропускная способность которого по проекту составляла 137 м³/с.

В связи с улучшением водообеспеченности земель, увеличением протяженности оросительной и водоотводящей сети развивались и эколого-мелиоративные процессы. Эти закономерности условно можно разделить на три этапа: а) период дефицита водных ресурсов; б) Период увеличения водообеспеченности за счет Амударьинской воды -1965-1985г. г; в) период после внедрения лимитированного водообеспечения всех отраслей народного хозяйства -1986-2002 гг.

Многолетние данные по водозабору, эффективности их использования размеры удельной водопотери, структура потерь и другие показатели отражены в таблице 1. Их анализ показывает, что период дефицита водных ресурсов орошаемая площадь Бухарской области составляла 191-194 тыс. га (без учета Навоийской зоны). Водозабор для орошения, когда источником служила река Зарафшан, составляла 2114-2599 млн. м³/год. Удельная величина водозабора (брутто) колебалась в пределах 1,0-13,4 тыс м³/га. Об эффективности использования водных ресурсов в тот период можно судить по структуре потерь воды в различных звеньях оросительной сети. Как видно в тот период, когда вся оросительная сеть была в земляном русле, их КПД не превышала 0,48. При этом потери воды составляли порядка 1025-1260 млн. м³ и большая их часть терялась на внутриводоемной сети, а в целом же абсолютные величины потерь воды еще были небольшими.

Таблица 1

Динамика водозаборов и использования водных ресурсов в Бухарской области по этапам развития водных мелиораций

Годы	Площадь орошения, тыс.га	Водозабор, Р, млн.м ³	Удельный водозабор, тыс. м ³ /га	Минерализация водозабора, г/л	Структура потерь воды, млн.м ³ , в том числе			Фактическая оросительная норма нетто, м ³ /га	Проектная оросительная норма нетто, м ³ /га	КИВ
					на магистральных каналах	на межхозяйственной сети	на внутрихозяйственной сети			
<i>1 период - дефицита водных ресурсов</i>										
1960-1962	191*	2114*	11,1	0,5-0,6	-	246	779	5380	8740	0,33
1963-1965	194*	2599*	13,4	0,6-0,7	-	302	958	6500	8740	0,33
<i>2 период - увеличения водообеспеченности за счет ввода Аму-Бухарского канала</i>										
1966-1970	198	3062	15,5	0,7	133	594	758	7520	9020	0,34
1971-1975	247	3830	15,5	0,7	194	877	1112	9000	10200	0,40
1976-1980	267,8	4400	16,4	0,79	225	1016	1288	9510	10200	0,39
1981-1985	235,5	4600	19,5	1,08	198	930	1060	11110	10200	0,39
<i>3 период - при введении лимитированного водообеспечения</i>										
1986-1990	253,5	4050	15,9	1,06-1,17	180	717	1105	8900	9950	0,39
1991-1995	269,6	4040	14,9	0,92-1,04	191	856	1095	7900	9010	0,37
1996-2000	274,1	4039	14,7	1,0-1,20	177	807	1036	7350	9010	0,35

Одним из показателей эффективности использования водных ресурсов является коэффициент использования воды (КИВ). Этот показатель тогда не превышал 0,33 и фактические оросительные нормы, на орошаемом поле не превышали 5380-6500 м³/га.

Второй период (1966-1985г.г). С 1965 г. в Бухарском оазисе улучшилась водообеспеченность земель. С 1966 по 1985 гг. водозабор на орошение увеличился в 2,2 раза и вырос с 2,1 до 4,6 км³/год. Прирост орошаемых земель составил с 191 до 235,5 тыс.га, а удельные величины водозабора достигли до 19,5-20,0 тыс.м³/га. Как известно в этот период республика и в.т.ч. Бухарская область за исключением маловодных лет еще не испытывала недостатка водных ресурсов. За это время постепенно увеличивалась доля забетонированных каналов, и КПД систем вырос с 0,485 до 0,58. Значение КИВ также возрос до 0,4, а оросительные нормы, подаваемые на поля достигли проектной величины. Но в связи с тем, что орошение велось исключительно бороздковым способом, значение потерь воды по области увеличилось с 1000-1260 до 2000-2300 млн. м³/год. За этот период ухудшилась качественная характеристика используемой воды – повысилась минерализация речной и оросительной воды – до 1,05-1,08 г/л.

Третий период (1986-2002 гг.) характеризуется следующими особенностями. Произошло снижение объемов водозабора с 4600 до 3600 - 4040 млн.м³, а удельные величины уменьшились до 13,2-14,7 тыс.м³/га против 19-20 тыс.м³/га в 1985 г., т.е. они оказались примерно на уровне 1963-1965 гг. Фактические оросительные нормы, подаваемые на поле уменьшились до 7350-8900 м³/га. Постепенное ухудшение технического состояния оросительных систем из-за сокращения ремонтно-восстановительных работ привело к снижению КПД оросительных систем с 0,58 до 0,5, а КИВ - с 0,4 до 0,35. Продолжалось и ухудшение качества используемой воды – ее минерализация достигла 1,1-1,2 г/л.

За этот период соответственно изменялись структура и направленность водно-солевых балансов. Как известно, еще С.Ф.Аверьяновым, А.Н.Костяковым и др. теоретически показана связь между водным и солевым балансом и развивались различные математические модели для расчетов водно-солевого режима орошаемых земель. По их мнению, для анализа процессов очень важно рассматривать не только общий баланс, но и частные балансы зоны аэрации и грунтовых вод. Так, Аверьянов выделил очень важное связующее звено между малым биологическим и большим геологическим круговоротом гидрохимических потоков – водообмен между почвенными и грунтовыми водами через зону аэрации ±g между грунтовыми и глубинными подземными водами ± р.

Для анализа эколого-мелиоративных процессов нами использовались известные уравнение водно-солевого баланса. Чтобы свести до минимума погрешности расчетов отдельных элементов водно-солевого баланса и выявить основные закономерности антропогенного изменения структуры приходных и расходных статей, результаты расчетов водно-солевого баланса поверхностных вод, составленного с использованием материалов эксплуатационных организаций, приведены в табл. 2.

Данные табл. 2 показывает, что в период дефицита водных ресурсов, когда водозабор не превышал 2110-2600 млн.м³/год, а протяженность оросительной и дренажной сети была невелика (протяженность дренажа не более 5м³/га), удельный сток дренажных вод составлял 990-1190 м³/га или весь объем стока был в пределах 185-231 млн.м³/год. Отток солей из территории был меньше поступления его с водозабором, который составлял 1057-1450 тыс. т. А общий солевой баланс территории складывался положительным, с ежегодным накоплением 0,28-1,06 т/га солей.

С улучшением водообеспеченности земель и ростом протяженности коллекторно-дренажной сети, вводом магистральных коллекторов стал увеличиваться сток коллекторно-дренажных вод он достиг до 1610 млн.м³ против 230-468 млн.м³ в 1965-1970г.г. Отток солей возрос с 2813 до 7004 тыс.т в год, что преобладал над поступлением их с водозабором которое составляло 2140-4968 тыс.т. Удельный вынос солей из территории составлял в этот период 3,4-10,1 т/га. Таким образом в области постепенно сложился рассолительный баланс поверхностных вод. В тоже время в рассматриваемый период постоянно увеличивалась доля коллекторно-дренажных вод по отношению к водозабору и она возросло до 35% против исходного 8,9%. Это указывает на снижение эффективности использования водных ресурсов и наличия больших организационных потерь в оросительной системе.

Таблица 2
Сводная таблица водно-солевого баланса территории (поверхностных вод) Бухарской области на разных этапах развития водных мелиораций

Годы	Площадь орошения, тыс. га	Водозабор на орошение, млн. м ³	Удельный водозабор, тыс. м ³ /га	Минерализация воды, г/л	Поступление солей, тыс. т	Сток КДВ, млн. м ³	Удельный сток, тыс. м ³ /га	Минерализация КДВ, г/л	Вынос солей, тыс. т	Уменьшение (-), увеличение (+)	Удельный вынос солей, т/га
1960-62	191,0194	2114	11,1	0,5	1057,0	189,5	0,99	5,3	1004,0	+53	+0,28
1963-65	,0	2599	13,4	0,55	1429,5	231,1	1,19	5,3	1224,8	+204,7	+1,06
1966-70	198,0	3062	15,5	0,7	2143,4	476,7	2,41	5,9	2812,5	-669,1	-3,4
1971-75	247,0	3830	15,5	0,7	2681,0	800,0	3,24	5,01	4008,0	-1327	-5,37
1976-80	267,8	4400	16,4	0,79	3476,0	1390,0	5,19	4,44	6171,6	-2695,6	-10,06
1981-85	235,5	46000	19,5	1,08	4968,0	1610,0	6,84	4,35	7003,5	-2035,5	-4,67
1986-90	253,5	4050	15,9	1,097	4441,5	1810,0	7,14	4,80	8688,0	-4246,5	-16,7
1991-95	269,6	4040	14,98	0,96	3870,3	1890,0	7,01	3,39	6410,9	-2540,58	-9,42
1996-00	274,1	4039	14,7	1,12	4531,8	1987,0	7,25	3,72	7363,8	-2832	-10,3

Последний этап – 1986 и до настоящего времени характеризуется тем что, несмотря на введения лимитированного водообеспечения и сокращения водозабора из реки, в Бухарской области постоянно идет увеличения объемов дренажного стока, который вырос до 1987 млн. м³, а в отдельные годы – до 2334 млн.м³. Доля стока от водозабора составила 42-58 % что говорить о еще, о большом снижении эффективности водопользования. Составленный баланс говорить об увеличении солевого стока, а удельный вынос солей колебался от 9,4 до 16,7 т/га. В то время данные минерализации отводимого стока свидетельствует о снижении их величины (опреснении), что указывает на наличие больших объемов сброса поверхностных пресных вод в систему КДС.

Если судить по данным общего вводно-солевого баланса, то ионно-солевой сток по территории области должен иметь рассолительный характер и, казалось бы, это должно привести со временем к рассолению земель и улучшению направленности эколого-мелиоративных процессов. Но как будет показано ниже, данные солевых съемок свидетельствуют, что в области постепенно увеличивается площади засоленных земель и они не подтверждает направленность общего баланса.

В таких условиях очевидно – что об истинном положении солевого баланса территории Бухарской области можно будет судить только при расчленении коллекторно-дренажного стока на составляющие доли выклинивания грунтовых вод и доли сброса поверхностных вод в коллектора и дрены.

Результаты рассчитанных нами водно-солевых балансов зоны аэрации Бухарской области за многолетний период приведены в табл. 3.

Анализ полученных результатов показывает следующее.

1. В период дефицита водных ресурсов (1960-1965 гг.) оросительная норма на удельный гектар составляла 6170 м³/га. Сумма приходных элементов водного баланса была меньше, чем суммарное испарение и в результате в зоне аэрации складывался положительный баланс с притоком влаги из грунтовых вод, т.е. водообмен имел положительный знак и равнялся +910 м³/га. Соответственно солевой баланс складывался тоже с положительным знаком и составлял более 8,9 т/га. Основное место в притоке солей принадлежит водоподаче (3,4 т/га) и притоку из грунтовых вод ($+C_g=5,46$ т/га).

2. В период улучшения водообеспеченности земель за счет Амударьинской воды удельный водозабор вырос до 19-20 тыс. м³/га в год и соответственно оросительные нормы нетто подаваемые на поля тоже увеличились. Получило развитие коллекторно-дренажная сеть и построены скважины вертикального дренажа. В этот период (1978 и 1981-1985 гг.) значительно улучшен водно-солевой баланс: в зоне аэрации орошаемого поля складывался отрицательный водно-солевой баланс (табл. 3.). Величина общего водопоступления:

$O_p^{нет} + O_c + (1-\alpha) \cdot \Phi_{вх}$ на поля превышало над суммарным испарением и объем нисходящего тока (-g) доходил до 1560-2205 м³/га. При этом создавался промывной режим орошения, а растворенный и вынесенный объем солей из зоны аэрации достигал 1,4-3,4 т/га в год.

3. После введения лимитированного водообеспечения, как отмечено в предыдущих разделах, удельные водозаборы стали сокращаться наряду с увеличением минерализации воды в реке и каналах и одновременным снижением технического состояния гидромелиоративных систем (КПД) с 0,58 до 0,50.

Минерализация используемой воды за последние 10 лет колебалась в пределах 1,0-1,20 г/л. Оросительная норма нетто постепенно уменьшилась до 7900 м³/га (в 1991-1995 гг.), а за последние 5 лет до 7350 м³/га. С учетом КПД техники бороздкового способа орошения (0,69) размеры водопоступления для растений сократились еще больше. Стало ухудшаться эксплуатация коллекторно-дренажной сети, а КПР скважин вертикального дренажа по области упал до 0,06, против 0,3-0,37 (до 90-х г.).

В этот период в зоне аэрации орошаемых полей Бухарской области перестал соблюдаться промывной режим орошения. В водном балансе хотя существовал небольшой объем нисходящего тока (-g) – от 990 до 290 м³/га, он не обеспечивал рассоляющий режим в корнеобитаемой зоне. При повышенной минерализации используемой воды (до 1,20 г/л) вынос солей из расчетного слоя был намного меньше, чем поступление его с приходными элементами и в результате солевой баланс складывался по типу накопления солей в размере 3,2-6,8 т/га в год, что подтверждается данными солевого апробирования Областной гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (ОГМЭ). По данным Бухарской ОГМЭ площадь засоленных почв в Бухарской области увеличилась на 12-15 %, против такового за 1990 г. табл. 4.

Таблица 3

Фактические водно-солевые балансы зоны аэрации орошаемого поля в Бухарской области на разных этапах развития водных мелиораций

Показатели	Период дефицита воды		Период улучшения водообеспеченности		После введения лимитированного водообеспечения		
	1960-1965 гг.	1978 г.	1981-1985 гг.	1989 г.	1991-1995 гг.	1996-2000 гг.	
КПД оросительной системы	0,485	0,55	0,58	0,57	0,56	0,50	
КПД в/х системы	0,64	0,72	0,72	0,70	0,68	0,66	
Минерализация оросительной воды, г/л	0,550	0,740	1,08	0,97	1,01	1,10	
Водный баланс, м ³ /га:							
Приход: $O_{нет}$	6170	8210	9220	8240	7900	7350	
O_c	1250	1600	1455	1100	1410	1260	
$(1-\alpha)\Phi_{ex}$	510	710	760	710	680	630	
Расход: \bar{C}	620	910	1100	920	1180	955	
E_{T_n}	8220	8050	8130	8230	8185	7995	
Разность: $\pm g$	+910	-1560	-2205	-900	-625	-290	
Солевой баланс, т/га							
Приход: $CO_{нет}$	3,4	6,07	9,95	7,99	7,98	8,09	
$C(1-\alpha)\Phi_{ex}$	0,28	0,52	0,82	0,70	1,42	1,38	
Расход: C_c	0,34	0,67	1,20	1,89	0,69	1,05	
$\pm Cg$	+5,46	-7,02	-12,93	-3,6	-3,12	-1,62	
Разность солей, т/га	+8,8	-1,4	-3,36	+3,2	+5,59	+6,8	

Таблица 4

Динамика степени и площади засоленных почв в Бухарской области за период 1964-2000 гг.

Периоды (годы)	Площадь под контролем, тыс.га	Степень засоления почв в слое 0-100 см, тыс.га/%				Засоление выше среднего		K _{зас}
		незасоленна я	слабозасоле нная	средняя	сильная	тыс.га	%	
1964-1966*)	282,4	$\frac{88,3}{31,3}$	$\frac{117,5}{41,6}$	$\frac{60,2}{21,3}$	$\frac{16,4}{5,8}$	76,6	27,1	1,11
1975	255,7	$\frac{49,8}{19,5}$	$\frac{99,3}{38,8}$	$\frac{51,5}{20,1}$	$\frac{25,4}{9,9}$	76,9	30,1	1,16
1976-1980	230,8	$\frac{55,9}{24,2}$	$\frac{94,4}{40,9}$	$\frac{54,3}{23,5}$	$\frac{26,2}{11,4}$	80,5	34,9	0,68
1987	255,4	$\frac{17,7}{6,9}$	$\frac{177,4}{69,5}$	$\frac{43,3}{16,9}$	$\frac{16,9}{6,6}$	60,2	23,6	1,38
1991-1995	283,4	$\frac{19,9}{7,0}$	$\frac{171,2}{60,4}$	$\frac{63,4}{22,4}$	$\frac{28,9}{10,2}$	92,3	32,5	1,22
1996-2000	274,4	$\frac{13,0}{4,7}$	$\frac{152,7}{55,6}$	$\frac{77,0}{28,1}$	$\frac{31,6}{11,5}$	108,6	39,6	1,3

Примечание: *) данные почвенных съемок "Узгипроводхоза".

- числитель — площади в тыс.га,

- знаменатель — то же в % от орошаемой площади.

Таким образом, расчеты фактически сложившихся водно-солевых балансов в зоне аэрации и соответственно в корнеобитаемой зоне по Бухарской области позволили оценить количественную сторону происходящих процессов. Они показывают, что в данном водохозяйственном районе в последние годы гидролого-мелиоративные процессы в верхнем слое почвогрунтов – в зоне аэрации развиваются в негативную сторону.

Сложившийся напряженная водохозяйственно – экологическая обстановка требует изыскания возможности привлечения инвестиций, в том числе за счет иностранных партнеров и ведения новых форм хозяйствования включающего строгий водоучет и водосберегающие технологии в зоне среднего течения р. Амударьи.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРЕДГОРЬЯ И ПОДГОРНЫХ РАВНИН

Б.Ф. Камбаров, Н.Р. Рахимов, Т.У. Юлдашев, Т.О. Дониеров

САНИИРИ им. В.Д. Журина

С 1960 годов с началом освоения и орошения крупных массивов в Узбекистане: Голодной, Джизакской, Каршинской, Шерабадской степей и земель Центральной Ферганы под освоение и орошение были включены предгорные и холмистые земли с большими и крутыми уклонами, предназначенные под возделывание интенсивных культур, в основном хлопчатника. Эти земли составляют 600 тысяч гектар орошаемых земель, с условно поливными землями 1,2 млн.га. Так орошаемое земледелие на этих землях имеет свою специфическую особенность в отличие от равнинно-степных земель в проектах освоения земель ориентир по использованию способа и технологии орошения был полив по традиционному методу по бороздам. Сразу после освоения этих земель возникли проблемы: интенсивное развитие ирригационной эрозии до 50-170 тонн на гектар с поля ежегодно, развитие овражной эрозии на пониженных участках склоновых земель до 10 км в год, сбросы воды в них с полей составили 27-42 % от водозабора, фильтрационные потери в галечниковые слои грунта и развитии просадочных и суффозионных явлений в лёссовых почвогрунтах стали поводом для подтопления ниже расположенных земель подгорных равнин, уровни грунтовых вод начали подниматься и пошел процесс засоления почв, особенно в зонах с затрудненным оттоком подземных вод. В источники орошения начали поступать до 0,02-0,8 тонн с гектара поля гумуса; 0,003-0,005 т/га азота; 0,003-0,006 т/га фосфора; 0,06-0,1 т/га калия. Появились точечные формы загрязнения поверхностных водотоков, межхозяйственных и внутрихозяйственных каналов. С атмосферными осадками 550-1100 мм объем потерь почвы на крутых склонах достиг 60-130 т/га, которые начали скапливаться в горно-предгорных водохранилищах в виде осевших наносов, занимающие мертвый объем воды, по результатам анализов в них содержатся необходимые для растений микроэлементы: 43,3 мг/кг меди; 8,1 мг/кг молибдена; 37,8 мг/кг цинка; 1320 мг/кг марганца; 178,9 мг/кг бора и 0,23 % от массы наносов – гумуса.

В связи с отсутствием альтернативных усовершенствованных вариантов способа орошения, которая могла бы сберечь воду на поле, исключить непроизводительные потери воды, сохранить плодородие почв и посевы монокультуры хлопчатника с улучшением плодородия почв в экологически нестабильной зоне, посевы интенсивно возделываемых культур с большими затратами тракторных работ и удобрений, оказалось, что они мало рентабельны для фермеров и крестьян. Наиболее распространенные уклоны предгорно-холмистых земель 0,01-0,22 потребовали увеличения затрат горючего топлива в 1,3-1,6 раз, а сметная производительность снизилась до 0,6-0,75 по отношению к землям равнинной зоны земледелия, высотное расположение от 500 м до 1500 м над уровнем моря потребовало увеличения топлива для тракторов еще в 1,12-1,16 раза, а изменения уклонов внутри поля потребовал увеличения расхода топлива в 1,17-1,23 раза, износ деталей повысился на 20-40 % больше, чем на равнинных землях. Эрозия и снижение плодородия почв увеличил расход удобрений на 30-60 % больше нормы по требованиям агротехники поля. Поэтому, учитывая вышесказанные аргументы необходима разработка концепции водосбережения, охраны почв, ресурсосбережения, которые могли

оздоровить экологическую напряженность, путем повышения продуктивности водных и земельных ресурсов на базе:

- подбора засухо-, солеустойчивых сортов зерновых культур и хлопчатника, которые используют минимальные нормы орошения, максимальное использование запасов влаги почвы от атмосферных осадков;
- использовать технические решения усовершенствования полива, устаревшего метода по большому потреблению воды, вызывающие эрозию, просадки и суффозию почвогрунта, оползневые процессы на крутых склонах с террасами, затопление земель подгорных равнин;
- оптимально использовать соответствующий каждой культуре режим орошения и технологию поливов на базе оптимальных величин техники полива: расхода, времени полива, длины борозды, допустимой скорости потока, междурядья растений;
- в первую очередь необходимо совершенствовать бороздковый полив, так как он наиболее распространенный метод орошения на склоновых землях;
- принять мероприятия по защите подгорных равнин от поступления с верхних участков, массивов орошения потоков воды и в мелиоративно неблагоприятных землях, где необходимы большие капитальные затраты средств и труда на реконструкцию дренажной сети, принять альтернативные варианты борьбы с засолением почв, так как процесс засоления почв, из-за выхода дренажных систем из строя, все больше возрастает и занимает уже значительную площадь.

В плане этой концепции, где основное внимание уделяется водосбережению, экономии воды за счет потерь, вызывающие ухудшение экологии подземных вод и агроэкосистемы предгорно-холмистых земель были проведены полевые опыты с различными предложениями, совершенствующими поливы и охрану почв от эрозии.

Исследования в производственных условиях проводились на территории фермерского хозяйства «Улугбек Ц» и на землях, используемых в форме арендного порядка в пределах ширкатного хозяйства «Бойкозон». Климат территории – резкоконтинентальный. По данным метеостанции «Сукок» среднегодовая температура воздуха $+13,7^{\circ}\text{C}$. Минимальная среднемесячная зимняя температура в январе месяце -1°C , максимальная среднемесячная температура июля месяца $+26,7^{\circ}\text{C}$. Минимальная относительная среднемесячная влажность воздуха в июне-июле 40 %. Годовое количество осадков 415,6 мм. В летние месяцы выпадает около 3 % годовых осадков, а основная часть осадков выпадает в зимний и ранневесенний периоды.

Участок расположен в холмистой местности, уклоны изменяются от 0,04 до 0,25. Глубине залегания грунтовых вод свыше 20 м. Участок характеризуется автоморфным режимом, т.е. грунтовые воды не оказывают влияния на процесс почвообразования.

1. Поливы озимой пшеницы по джоякам (зигзагообразные борозды)

После испытания джояков с различной шириной полос (1,4; 2,0; 2,5; 2,8; 3,0 м), установлено, что наиболее эффективным по продуктивности воды и КПД техники полива являются джояки шириной полос 2,8-3,0 м.

При существующих тракторах с навесными органами нарезки борозд для овощных культур ширина полосы джояка нарезается через 2,8 м крайними бороздонарезателями. Междурядья растений, поперека склона 0,7 – 1,4 м.

КПД техники полива по джоякам изменяется от 0,78 до 0,87 против контроля 0,7-0,76. Экономия воды составляет 400-878 куб.м/га за сезон орошения.

Увеличивают водопроницаемость почвы: в джояках 2 м на 0,0011–0,0039 м/ч; джояк 2,5 м – 0,0018-0,0045 м/ч; джояк 3 м – 0,0027-0,0048 м/ч на озимой пшеницы. Орошение дыни джояками увеличивают водопроницаемость на 0,008-0,023 м/ч. Эрозия почв от 0 до 0,52 т/га в год, против контроля 3,48 тонн га в год. Это обусловлено тем, что скорости бороздковой струи в джояках 0,12-0,14 м/с, а на контроле 0,22-0,23 м/с, а также поверхностный сброс в конце борозд в 2,0 – 2,35 раза меньше.

Удельные затраты воды составляют от 103,3 м³/ц до 184,3 м³/ц, против контроля 211,3 - 253,2 м³/ц.

Такой эффект полива по джоякам обусловлен более благоприятным режимом влажности в корнеобитаемой зоне растений. Межполивные периоды на контроле на 4-5 дней короче, чем при поливе по джоякам.

Производительность труда поливальщиков при поливах по джоякам изменяются от 1,78 га/сут до 2,86 га/сут, против контроля 0,83 га/сут.

На одном и том же склоне длина джоячных борозд от 2 до 5 раз длиннее традиционных борозд, нарезанных по наибольшему уклону.

Расход в джоячной борозде в 2,5 - 4 раза больше, чем борозды по наибольшему уклону

При поливах джоячным способом эффективно используются атмосферные осадки. В проведенных опытах сброс талового и дождевого стока при бороздах при наибольших уклонах составил 27 %, а на джоячных бороздах 2 - 4 %.

К моменту уборки урожая, сечение борозд выполаживается, глубина их уменьшается и препятствий для скашивания пшеницы комбайном практически нет.

В целом исследования полива по джоякам озимой пшеницы показало их высокую эффективность как по водосбережению, так и охране почвы от эрозии.

2. Применение полимера К-9, структурообразователя почвы для обработки борозд

Исследования проводились на посевах озимой, а также на повторных посевах кукурузы. Полимер К-9 представляет собой отходы вискозной промышленности в объединении «Навоиазот» в г. Навои Узбекистана. Образование водопрочных агрегатов по сечению борозды и на гребнях борозд повышает стойкость почвы на смыв поливной струей и при сильных ливневых осадках, что позволяет повышать в борозды расходы воды в 2-3 раза и удлинять длину борозды на склоне в 2-2,5 раза без нарезки временных оросителей внутри поля.

Водопрочные агрегаты почвы позволяют увеличивать впитывание воды в почву в 1,2-1,3 раза, повышает емкость влагосодержания в почве, уменьшает испарение почвенной влаги после увлажнения почвы. Водопроницаемость почвы увеличивается на 0,0012-0,0017.

КПД техники полива выше, чем в обычных бороздах, потому что в бороздах с полимером К-9 расходы воды регулируются на любой диапазон их применения. Если в обычных бороздах КПД техники полива 0,67-0,7, то в бороздах с полимерами 0,73-0,75. При поливах экономия воды составляет 30-55 куб.м/га по сравнению с бороздой без К-9.

При обработке полимером К-9 оголовков борозд на временном оросителе, они не размываются потоком воды и нет необходимости укладывать полиэтиленовые салфетки, в отличие от приемов полива традиционным методом.

Так как поливы можно проводить по длинным бороздам по сравнению с традиционным поливом, то производительность труда на поливе увеличивается: если при обычном поливе производительность труда составляет 0,83 га/сутки, то при применении полимера К-9 – 1,66 га/сутки, за счет удлинения борозд и увеличения расходов в борозду, т.е. площадь полива удваивается при одной и той же ширине поля, где по оросителям распределяется общий расход. Эрозия уменьшается до незначительных размеров 0,8 тонн га/год, тогда как при традиционном поливе составляет 3,5-4,5 т/га в год.

Экономия по запасам влаги в почве составляет 1184 куб.м/га по сравнению с бороздами без полимера, создаваемые от атмосферных осадков.

Содержание влагозапасов, уменьшение испарения почвенной влаги, исключение смыва удобрений из борозд при тех же числах полива, что и при традиционном поливе позволяет повышать урожай пшеницы и кукурузы: 47,4 ц/га против 28,4 ц/га; 109,3 ц/га против 67,9 ц/га силоса на контроле (табл. 1).

Озимая пшеница на поле с полимером К-9 задерживает сток воды при атмосферных осадках объемом 27% от общего объема выпавших осадков за осень-зима-весна против борозд не обработанных полимером К-9, что повышает эффект использования влаги от осадков, исключает смыв удобрений, поэтому урожай чистого зерна пшеницы выше: 54,2 ц/га против 49,8 ц/га в междурядьях борозд без полимера К-9. Стоимость нормы полимера 60 кг/га – 25 дол. США.

В целом исследования полива по бороздам обработанным полимером К-9, показало эффективность как по водосбережению, так и по охране почв от эрозии.

3. Полив по контурным бороздам озимой пшеницы

Впервые в Узбекистане выполнены испытания полива озимой пшеницы по контурным бороздам (поперек склона). Также разработана для такого полива новая технология с применением ППЛ-50 и созданных для такого полива гидрантов-гасителей

Длина борозды на опытном участке увеличилась с 60 м по наибольшему уклону до 120 м длины борозды, нарезанной поперек склона, следовательно, в контурных бороздах с уменьшенными уклонами расходы в борозды можно увеличивать без угрозы смыва почвы в 1,5-2 раза, учитывая удлине-

ние борозды в 2 раза. Вода в контурные борозды подается с помощью ППЛ-50, оснащенные гидрантами - гасителями и полиэтиленовыми шлангами для подпитки этих гасителей.

Таблица 1

Результаты исследований усовершенствования технологии полива кукурузы (2000 г.)

№№ п/п	Наименование показателей	Контроль, полив по бороздам по наибольшему уклону	Полимер К-9	Джоячное орошение		
				2,0 м	2,5 м	3,0 м
1	Число поливов, шт.	-		4	4	4
2	Сроки, нормы поливов брутто (нетто), м ³ /га; даты	<u>1350 (945)</u> 08.08	<u>1350(930)</u> 08.08	<u>1360 (980)</u> 08.08	<u>1440 (1065)</u> 08.08	<u>1450 (1090)</u> 08.08
		<u>1240 (870)</u> 17.08	<u>1240 (855)</u> 17.08	<u>1230 (885)</u> 17.08	<u>1340 (990)</u> 17.08	<u>1480 (1110)</u> 17.08
		<u>1480 (1830)</u> 6.09	<u>1170 (807)</u> 6.09	<u>1380 (990)</u> 6.09	<u>1390 (1030)</u> 6.09	<u>1390 (1090)</u> 6.09
		<u>1160 (810)</u> 19.09	<u>1190 (820)</u> 19.09	<u>1240 (890)</u> 19.09	<u>1400 (1040)</u> 19.09	<u>1400 (1050)</u> 19.09
3	Оросительная норма брутто (нетто), м ³ /га	5230 (3455)	4950 (3420)	5210 (3750)	5570 (4125)	5720 (4340)
4	КПД техники полива	0,66	0,69	0,72	0,74	0,75
5	Эрозия почвы, т/га	4,5	-	-	-	-
6	Режим влажности по вариантам, % от НВ	70-80-60	70-80-70	70-80-60	70-80-60	70-80-60
7	Урожайность, ц/га	64,3	109,5	89,9	112,7	147,9
8	Удельные затраты оросительной воды нетто на 1 ц урожая, м ³	56,9	33,6	46,9	41,2	33,0
9	Уклоны	0,08-0,11				
10	Длина борозды, м	66	66	160	184	207
11	Площади, га	0,0396	0,0396	0,0132	0,0165	0,0198
12	Расходы, л/с	0,09-0,14	0,12-0,20	0,37-0,60	0,49-0,61	0,61-0,63
13	Размеры опытных деленок, м	66x6	66x2,8	66x2	66x2,5	66x3

КПД техники полива в контурных бороздах составила 0,76 против 0,70 на контроле. Экономия воды составляет 100 куб.м/га на одном поливе. Водопроницаемость увеличивается на 0,0011 м/ч.

Эрозия почв сводится практически к ничтожному объему смыва 0,1 т/га, тогда как при поливе по наибольшему уклону в бороздах – 3,5 – 4,5 тонн/га в год.

В период осень-зима-весна удобрения не смываются потоком воды при сильных ливнях, так как борозды успевают впитывать воду талых и ливневых вод на протяжении 120-метровой длины борозды против 66 м длины борозды, нарезанному по наибольшему уклону на крутых склонах.

Производительность труда на поливе увеличивается до 1,67 га/сутки против 0,83 га/сутки при поливе по наибольшему уклону за счет удлинения борозды с меньшим уклоном 0,01 – 0,02 на склоне крутизной 0,08 – 0,11.

Техника полива при регулировании расходов в борозды позволяет уменьшить сброс воды до 7,4 % против 14,4 % и 19,3 в бороздах без полимера при одинаковых длинах борозд 66 м на уклоне 0,08 – 0,11.

Благоприятные условия создания влагозапасов в почве, эффективность впитывания воды талых и дождевых осадков и удобрений в почву, а также дополнительные поливы повышают урожай озимой пшеницы с 49,9 ц/га до 60,1 ц/га чистого зерна.

В целом исследования полива по контурным бороздам, показало высокую эффективность как по водосбережению, так и по охране почв от эрозии и может быть рекомендовано для широкого внедрения с использованием созданных в рамках данного проекта гидрантов-гасителей и ППЛ-50.

4. Испытание гофрированных шлангов для полива озимой пшеницы и кукурузы на силос

Полив озимой пшеницы. Гофрированные шланги, изготовленные в ГСКБ по ирригации в Ташкенте, имеют диаметр 125 мм, с отверстиями 4,5 мм через 0,7 м были испытаны на поливе озимой пшеницы сорта Крошка на уклоне 0,11-0,14 и на кукурузе повторного посева на силос на уклоне 0,08-0,11, и кроме того был испытан на гидравлическую характеристику равномерности распределения расходов воды по отверстиям на поливе люцерны на уклонах 0,04-0,08. Стоимость опытных партий изделия 1609 сум (2,3\$) за 1 метр, при массовом производстве и с вводом в РУз Шуртанского газохимического комплекса она уменьшится в 2,5-3 раза. Гофрированные шланги используются на очень крутых уклонах до 0,2; при этом используется естественный напор воды для водораспределения по бороздам, где нарезка поперечных склону направлений временных оросителей эрозионно опасно при прорыве дамбы этих оросителей. Шланги при заданном расходе устанавливаются на заданную длину борозды, при этом расход в борозду устанавливается допустимый на смыв почвы. Поливы озимой пшеницы показали:

- КПД техники полива можно повысить до 0,78 против 0,68 (табл. 2).
- Экономия воды составляет 135 м³/га.
- Эрозия почв уменьшается по причине определения расчетным путем оптимальных величин расхода и длины борозды согласно уклону поля до 1,2 т/га в год на уклоне 0,11-0,14 против 3,48 т/га в год на контроле.

Таблица 2

Результаты исследований усовершенствования техники полива озимые пшеница с помощью гофрированных поливных шлангов (1999 г)

№	Наименование показателей	Полив по наибольшему уклону (контроль)	Гофрированные шланги
1	Число поливов, шт.	3	3
2	Сроки; нормы поливов брутто (нетто), м ³ /га; даты	1050 (715) 16.04.	1510 (1200) 16.04.
		1070 (730) 5.05.	1200 (950) 22.04.
		990 (695) 20.05	1200 (900) 12.05.
3	Оросительная норма брутто (нетто), м ³ /га	3110 (2140)	3910 (3050)
4	КПД техники полива	0,68	0,78
5	Атмосферные осадки, м ³ /га	4158	4158
6	Эрозия почвы, т/га	3,48	1,2
7	Режим влажности по вариантам, % от НВ	70-60	65-60
8	Урожайность, ц/га	28,4	37,2
9	Удельные затраты оросительной воды нетто на 1 ц урожая, м ³	107,4	57,5
10	Уклоны	0,11 – 0,14	
11	Длина борозды, м	70	70
12	Площади, га	2,7	1,7
13	Расходы, л/с	0,08	0,05

Удельные затраты оросительной воды составляет 81,9 м³/ц против 109,5 м³/ц урожая зерна пшеницы. Производительность труда повышается: подготовка к поливу шлангами занимает время 0,47 чел/час/га против полива традиционным методом с заправкой борозд полиэтиленовыми салфетками - 2,36 чел/час/га.

Маневренность раскладки шлангов позволяет оперативно оценивать процесс увлажнения поля по характеру склона: его выпуклости, вогнутости, выпукло-вогнутости и наоборот вдоль по крутизне склона. Поэтому производительность труда на поливе достигает до 2,1 га/сутки на человека против 0,78 га/сутки на контроле.

В связи с таким регулированием подачи расходов в борозды урожай пшеницы на сильноосмытой малоплодородной почве с уклоном 0,11-0,14 повышается с 28,4 ц/га до 37,2 ц/га.

Полив кукурузы повторного посева. Результаты поливов кукурузы на силос имеет те же тенденции, что и озимая пшеница (табл. 3).

Таблица 3

Результаты исследований усовершенствования техники полива кукурузы повторного посева на силос с помощью гофрированных поливных шлангов (2000 г)

№	Наименование показателей	Полив по наибольшему уклону (контроль)	Гофрированные шланги
1	Число поливов	5	5
2	Сроки; нормы поливов брутто (нетто), м ³ /га; даты	1086 (968) 5.07.	890 (780) 5.07.
		1582 (1113) 16.08.	855 (750) 16.08.
		1580 (1189) 28.08.	860 (740) 28.08.
		1381 (1290) 6.09.	840 (735) 6.09.
		1480 (1095) 19.09.	840 (730) 19.09.
3	Оросительная норма брутто (нетто), м ³ /га	7109 (5655)	4285 (3735)
4	КПД техники полива	0,79	0,87
5	Атмосферные осадки, м ³ /га	-	-
6	Эрозия почвы, т/га	2,7	1,3
7	Режим влажности по вариантам, % от НВ	70	70
8	Урожайность, ц/га	227	308
9	Удельные затраты оросительной воды нетто на 1 ц урожая сена на силос, м ³	24,9	12,1
10	Уклоны	0,08 – 0,04	
11	Длина борозды, м	75	75
12	Площади, га	0,28	0,28
13	Расходы, л/с	0,08	0,06

На уклоне 0,08-0,14 КПД техники полива повышается с 0,79 при использовании первичного расхода в обычных условиях полива до 0,87 при подборе расхода в борозду и длины борозды, т.е. установка позиции шлангов для полива на длину 35-50 м против 70 м при обычном поливе.

Эрозия почвы в пропашных бороздах кукурузы уменьшается до 1,3 т/га в год против 2,7 т/га в год. Удельные затраты оросительной воды: 12,1 м³/ц против 24,9 м³/ц. Экономия воды - 1920 м³/га оросительной воды. Производительность труда при поливах: 1,55 га/сутки против 0,75 га/сутки при обычных поливах.

Урожай на силос: 308 ц/га против 227 ц/га зеленой массы. Гофрированные шланги показали их эффективность при орошении озимой пшеницы и кукурузы на силос, однако необходимо, чтобы гофрированные шланги должны быть армированы регулируемые отверстиями типа пробки с резьбой и с изменением величины отверстия при прокрутке пробки с резьбой.

На равнинных землях, подтопление фильтрационным потоком воды с предгорных земель, в условиях повышения нагрузки на дренажные системы нами разработаны приемы использования пленочного покрытия гребней борозд на мелиоративно-неблагополучных землях.

В чем же эффективность возделывания хлопчатника под пленкой? Прежде всего, выдерживается постулат: ранний посев – ранний сбор урожая. Ранней весной, особенно когда идут проливные дожди, температура под пленкой трансформирует тепло для почвы на 4-5 °С выше. В то же время пленка исключает образование корки на почве, которая «душит» стебли растений на открытом поле. Наиболее широкое применение этого метода возделывания сельхозкультур распространено на землях с автоморфными свойствами почв, т.е. там, где грунтовые воды залегают глубоко.

Однако эта технология мало используется на мелиоративно-неблагополучных землях из-за отсутствия соответствующего опыта. Следует заметить, что площади с засоленными почвами продолжают возрастать, а реконструкция дренажной системы очень дорога. Причиной тому является нехватка конструкций дрен и механизмов в каждом хозяйстве, а дефицит материальных средств не позволяет ассоциациям фермерских хозяйств принимать активное участие в реконструкции коллекторно-дренажной сети. Можно ли обойтись малыми средствами для пресечения воздействия солей на растения в период вегетации? Оказывается, можно. Для этого нужно исключить подток капиллярной влаги от минерализованных грунтовых вод к поверхности почвы путем покрытия пленкой гребней борозд, пресекая таким образом доступ к передвижению влаги вверх и одновременно поливами поддерживая ее в корневой зоне растений и снижая концентрацию почвенного раствора солей. Разбавленная водой соль особенно не влияет на корневую систему растений, нормализуя полив. Все это, в свою очередь, способствует прохождению фильтрующего потока влаги к грунтовым водам. Изучив оптимальный режим орошения хлопчатника сорта «Бухара-», а также влагоемкость почвы, мы обна-

ружили излишнюю норму полива на 25 % и 50 %, которая могла бы выполнять функцию миграции солей вертикально вниз в почвогрунт. Кроме того, нами использовался десоленизатор «Спер Сал» швейцарской фирмы «Сибо»: 5 л/га в смеси с водой 1:10. «Спер Сал» (полиmaleиновая кислота), расщепляя соли, способствует их миграции вместе с водой в нижние слои почвы.

Засоленная почва в хозяйстве «Насаф» Каршинского района Кашкадарьинской области, где в течение 3-х лет проводились опыты по международной классификации опасности осолонцевания почвы, в т.ч. по потенциальной адсорбции натрия SAR=56,8 (10 – низкая, 10-18 – средняя, выше 26 – очень высокая), по типу засоления (сульфатный – слабый, хлор – средний тип смугниевой опасности), становится не пригодной для орошения. Грунтовые воды во вневегетационный период находятся на глубине 2,4 м, в период вегетации – до 1,5 м. Для опыта был выбран оптимальный режим орошения хлопчатника сорта «Бухара-6» – 70-70-60 % влаги от наименьшей влагоемкости почвы.

Нами были заложены 8 вариантов опыта:

1-й вариант – традиционный метод полива;

2-й – хлопчатник под пленкой с поливами по дефициту влаги в почве;

3-й – то же, что и во 2-м варианте, но с внесением препарата «Спер Сал»;

4-й – то же, что и во 2-м варианте, но с уменьшением нормы поливов на 25 %, учитывая дефицит влаги и установления лимитов на получение воды;

5-й – то же, что и в 4-м варианте, но с увеличением нормы полива на 25 %;

6-й – то же, что и в 5-м варианте, но с внесением препарата «Спер Сал»;

7-й – то же, что и в 5-м варианте, но с увеличением нормы полива на 50 %;

8-й – то же, что и в 7-м варианте, но с внесением препарата «Спер Сал».

Следует отметить, что опыты были проведены на фоне влагозарядки – промывки почвы ранней весной с нормой полива 2000-2500 м³/га. Результаты замеров по оросительным нормам и урожайности хлопчатника, полученные по данным опытов за последние годы, отражены в табл. 4.

Таблица 4

Урожайность хлопчатника и норма орошения по вариантам

Варианты	Схема поливов	Оросительные нормы, м ³ /га(по годам)			Урожайность хлопчатника ц/га (по годам)		
		1	2	3	1	2	3
1	2-4-1	7100	6370	7190	27,8	29,6	31,5
2	1-4-	6230	5670	6510	39,5	36,4	39,3
3	1-4-1	6230	5670	6510	41,3	37,1	40,6
4	1-4-2	5930	5220	5830	34,2	31,5	32,4
5	1-3-1	6960	6220	6760	41,4	40,2	42,2
6	1-3-1	6960	6220	6760	43,6	42,7	44,3
7	1-2-1	6330	5780	5610	42,4	41,6	39,6
8	1-2-1	6330	5780	5610	45,2	44,2	45,4

Что касается водосбережения, то (по сравнению с возделыванием сельхозкультур на опытном поле) под пленкой было затрачено воды на 1 ц урожая по вариантам в следующем количестве: 258, 184, 176, 221, 185, 179 и 156. Как видим, последний вариант обеспечивает самый минимальный расход воды.

В среднем за три года урожайность по вариантам по сравнению с традиционным методом полива составила: 1-0, 2-8, 3-10,1, 4-3,1, 5-11,7, 6-13,9, 8-15 ц/га. Преимущество пленочного покрытия гребней борозд и воздействия препарата «Спер Сал» налицо. В условиях нехватки воды до 25 % от нормы данный способ (с пленочным покрытием) позволяет получать урожайность хлопка-сырца до 32,7 ц/га, а при достаточном обеспечении нормы полива – 38,4 ц/га (при обычном поливе – 29,6 ц/га). Наибольший урожай за три года получен в 8-м варианте, где заметно ежегодное накопление препарата в почве, что к третьему году испытания снижает оросительную норму хлопчатника. Эти же мероприятия снижают концентрацию солей в почве в 1,5-2 раза, сильно уменьшая их содержание в верхнем слое почвы при поливах с заданными нормами, особенно в бороздах, где имеется превышение нормы полива на 25 % и 50 %, что создает опресняющую нагрузку на почву..

Таким образом, при недостающих капиталовложениях и на мелиоративно-неблагополучных землях можно использовать пленку, конечно-же, при оптимальных элементах техники полива, создаю-

щих равномерность увлажнения при режиме орошения с наименьшим числом поливов, а также с учетом биологических особенностей (засухоустойчивости и др.) сорта хлопчатника.

5. Испытание переносных полиэтиленовых лотков с регулируемыми отверстиями на поливе раннего и позднего картофеля

В рамках данной темы впервые разработано и сконструировано новое поливное устройство с регулирующими расход водовыпусками. Для изготовления её из полиэтилена разработана и изготовлена экструдерная головка для изготовления формы лотка, пресс-формы для водовыпусков и соединительные лотки между собой. Стоимость опытных партий изделия 1010 сум (1,0 \$) за 1 метр, при массовом производстве и с вводом в РУз Шуртанского газо-химического комплекса она уменьшится в 2,5-3 раза.

Исследования проводились в производственных условиях в 2000, 2001 и 2002 годах. Испытания переносных полиэтиленовых лотков, изготовленных в ГСКБ по ирригации, на поливе раннего и позднего картофеля сорта Санта и Роман на уклонах 0,06-0,04 и 0,08-0,09 на поле фермерского хозяйства «Улугбек-С» позволили выявить преимущества лотков против традиционного полива.

Точность регулирования расходов в борозды на регулируемых водовыпусках позволяет повысить КПД техники полива с 0,52 до 0,73.

Экономия воды при 10-11 поливах составляет 7378 м³/га оросительной воды нетто. Эта экономия воды обусловлена точностью регулирования расходов в борозды в лотках с минимальными потерями воды на сброс с поля и вглубь почвогрунта на фильтрацию, тогда как фермер на контрольном поле допускал сбросы воды с поля для увлажнения концевых участков поля.

Удельные затраты оросительной воды при использовании ППЛ-50 на поливах картофеля: 292,2 м³/ц против 624,6 м³/ц на контроле при традиционном поливе.

Урожай картофеля составил: 26,2 т/га на поле с лотками и 24,1 т/га на контрольном участке.

Поливные лотки при их демонстрации на поле при участии фермеров района на семинаре оказались очень востребованными. Однако, для универсальности их использования на крутых склонах необходимо оснастить их гидрантами –гасителями напоров, полиэтиленовыми шлангами для дополнительной водоподачи для гидрантов-гасителей, хомутами для закрепления места соединения шланга и лотка с гасителями.

В рамках данной темы отработана технология корректирования режима орошения сельскохозяйственных культур различными методами:

построена автоматическая миниметеостанция, в которой дополнительно установлен испаритель с водной поверхности, изготовленный по стандартам Минсельхоза США. Составление ежесуточных балансов почвенной влаги прогнозируется влажность почвы корнеобитаемого слоя сельхозкультур и планируются сроки и нормы поливов по адаптированной в рамках данной темы к местным условиям методике ФАО CROPWAT; наблюдениями за всасывающим давлением почвы использованием тензиометров – иррометров, установленных в слоях почвы 0 – 30, 30 – 50, 50-70, 70-100 см, контролируется влажность почвы и наступление сроков поливов.

Развита методика расчета оптимальных элементов техники полива (расход и длина борозды, время полива, поливные нормы нетто и брутто) на землях с крутыми склонами.

Научная новизна заключается: экспериментально на базе теории движения поливной струи и скорости впитывания воды в почву для склоновых земель с крутыми уклонами впервые установлены параметры впитывания влаги при различных конструкциях борозд (джояки, обработанные полимером К-9, контурные борозды) и посевах сельхозкультур (озимая пшеница, кукуруза, картофель, дыня).

Литература

1. Камбаров Б.Ф., Икрамов Р.К., Юлдашев Т.У., Юсупов Ш.С. Приемы повышения продуктивности оросительной воды с использованием водосберегающей техники и технологии полива на склоновых землях хозяйства Бойкозон Паркентского района Ташкентской области. Водные ресурсы.2002, с.440-450.

2. Камбаров Б.Ф. Фермерам это под силу. Экономический вестник Узбекистана, №4-5, 2001, с.13-15.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗАЦИИ ПОЛЕВЫХ РАБОТ ЗА СЧЕТ РЕКОНСТРУКЦИИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

М.В. Ким

Ташкентский Государственный Технический Университет

Для дальнейшего повышения эффективности сельскохозяйственного производства на староорошаемых землях необходимо выполнить комплекс ирригационно-мелиоративных работ. Крайне важно при этом создать условия для высокопроизводительного использования техники.

В сельскохозяйственных предприятиях парк техники из-за длительного времени ее использования претерпевает износ. На приобретение новой требуются большие средства.

Значительное время теряется на небольших по размеру поливных участках на холостые переезды с одного поля на другое. Увеличивается число разворотов сельскохозяйственной техники при обработке почвы и уборке урожая, снижается производительность труда на механизированных работах. Поливные участки извилисты в плане. На отдельных площадях длина гона колеблется от 100 до 300 м.

Между тем, высокомеханизированными производствами являются возделывание хлопчатника, зерноколосовых, люцерны и некоторых других кормовых культур. По технологическим картам [1], при наличии в хозяйстве техники, из общего числа операций возможно механизировать:

	общее число операций по возделыванию культуры	из них механизированные
хлопчатник	130	71
зерновые	35	26
люцерна прошлых лет на сено	20	14

Действующими строительными нормами и правилами размеры поливных участков не оговариваются. Указывается, что «поливной участок является наименьшей территориальной единицей, орошаемой из одного оросителя и имеющей постоянные границы, которые не являются препятствием для работы сельскохозяйственной техники. Площадь поливного участка, как правило, должна быть увязана с возможностями полива и производительностью механизмов на после поливной обработке земли».[2]

В «Инструкции по разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства...»[3] размеры поливных участков рекомендуется устанавливать с учетом экономически целесообразной площади планировки и проектируемой техники орошения в увязке с эффективным использованием сельскохозяйственных машин, прямоугольной формы с соотношением сторон 1:2 и 1:3. Площадь поливных участков, ограниченных постоянными каналами и другими видами линейных препятствий, принимается для хлопководческих хозяйств 20-40 га; на землях с большим количеством древесных насаждений, на существующих постоянных каналах, со сложным рельефом или наличием учащенной дренажной сети – 10-20 га.

Длина гона сельскохозяйственной техники на поливных участках с технически совершенной гидромелиоративной сетью, как правило, составляет от 500м до 1000м. При этом максимальная длина характерна для сельскохозяйственных предприятий, организованных на крупных целинных массивах с относительно спокойным рельефом местности и отсутствием препятствий при разбивке гидромелиоративной сети. Что же касается старой зоны орошения, то, здесь, при реконструкции она доводится до 500-600м.

На нуждающихся в реконструкции землях, имеются значительные посадки линейных тутовых насаждений вдоль оросительной сети, которые при реконструкции максимально сохраняются.

Очевидно, после реконструкции, «старые» линейные насаждения окажутся в поле на различном удалении от новой оросительной сети, что еще более отрицательно скажется на производительности сельскохозяйственной техники. Новые линейные насаждения вдоль реконструированной оросительной сети обеспечат производство кормов на пятый год после начала посадки, тутовые плантации - на третий год.

Минимизацию затрат на реконструкцию нельзя рассматривать без учета расходов на механизированное возделывание сельскохозяйственных культур.

Укрупнение существующих небольших поливных участков путем реконструкции орошаемых земель позволит существенно сократить число разворотов сельскохозяйственной техники.

Таблица 1

Длина гона и число разворотов сельскохозяйственной техники при различных междурядьях хлопчатника (в расчете на 100 га орошаемых земель)

Длина гона, м	В среднем, м	Число разворотов техники в зависимости от междурядья при 4 рядной ширине захвата	
		60 см	90 см
менее 150	125	3332	2221
150-200	175	2380	1586
200-300	250	1666	1110
300-400	350	1189	793
400-600	500	832	555
600-1000	800	520	346
более 1000	1200	346	230

Анализ расхода топлива на механизированные полевые работы в хлопководстве в зависимости от длины гона нами произведен на основе “Типовые нормы...”[4], где были проанализированы данные по следующим механизированным работам:

- вспашка староорошаемых земель;
- поделка и развалка валиков;
- разравнивание валиков;
- дискование зяби и пласта многолетних трав;
- боронование с малованием по закрытию влаги в почве;
- чизелевание с боронованием в 2 следа и малованием;
- планировка полей;
- посев хлопчатника с междурядьем 90 см;
- нарезка и заравнивание выводных борозд;
- продольная обработка междурядий хлопчатника шириной 90 см;
- вторая продольная культивация;
- третья культивация;
- четвертая культивация;
- пятая культивация;
- заправка агрегата в конце гона;
- опыливание хлопчатника;
- дефолиация хлопчатника;
- подготовка поворотных полос;
- первый машинный сбор хлопка-сырца;
- второй машинный сбор хлопка-сырца;
- корчевка стеблей хлопчатника.

Для определения зависимости затрат топлива от длины гона сельскохозяйственной техники были рассмотрены следующие структуры моделей:

$$y = b_0 + b_1x ,$$

$$y = b_0 + b_1 \ln(x) ,$$

$$y = e^{b_0 + b_1/x}$$

где y - затраты топлива, кг/га

x - длина гона, м

Методом регрессии вычислены неизвестные параметры моделей и коэффициенты детерминации:

$$y = 132,062 - 0,019x , R^2 = 0,75$$

$$y = 191,13 + 11,41 \ln(x) , R^2 = 0,93$$

$$y = e^{4,70+37,60/x} , R^2 = 0,998$$

Экспоненциальная модель $y = e^{4,70+37,60/x}$ точнее отображает зависимость между длиной гона и расходом топлива, так как ей соответствует наибольший коэффициент детерминации $R^2 = 0,998$.

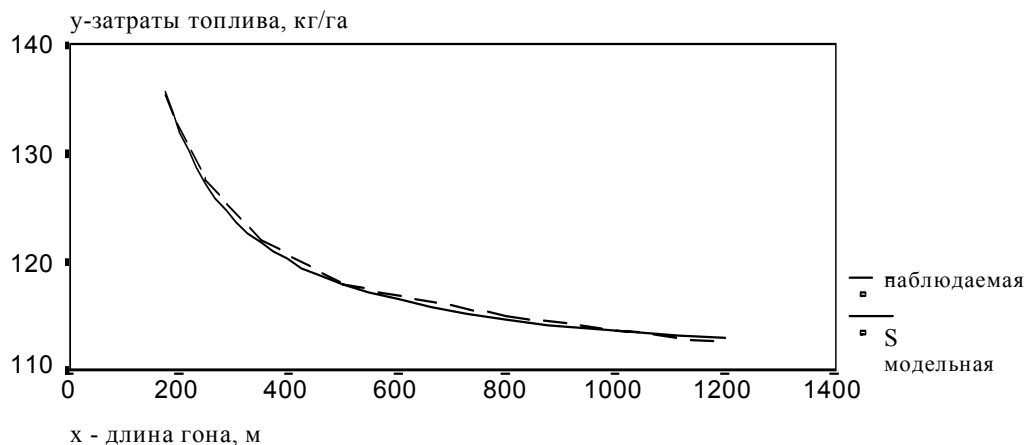


Рис. 1
Зависимость расхода топлива от длины гона

На практике складывается ситуация, когда одно решение - обеспечение сохранности линейных тутовых насаждений при реконструкции, не способствует другому - увеличению длины гона сельскохозяйственной техники. Необходимо при реконструкции предотвращать ущербы шелководству, сохранив линейные тутовые насаждения вдоль существующей оросительной сети, или из-за этого иметь больше число разворотов сельскохозяйственной техники, повышенные затраты на механизацию полевых работ.

В зависимости от числа выкорчевываемых тутовых линейных насаждений, урожайности листа при реконструкции возможны различные потери кормов для шелковичных коконов.

Таблица 2

Потери производства коконов при разных вариантах выхода кормов с линейных тутовых насаждений

Варианты потерь кормов с высокоствольных линейных насаждений на 1 га пашни, кг	Сокращение производства коконов, кг/га
50	2,8
100	5,6
200	11,1
300	16,7
400	22,2
500	27,8

Однозначного ответа в пользу сохранения насаждений или их выкорчевки для удлинения длины гона нет. Это зависит от конкретных условий объекта реконструкции, в частности, экономии затрат на механизацию от увеличения длины гона техники с одной стороны и с другой - потерь кормов и доходов при разной урожайности листа с линейных насаждений.

При сравнительной оценке эффективности конкретного объекта следует иметь в виду, что после ввода в действие реконструированных земель, сельскохозяйственным предприятиям за счет своих средств потребуются произвести новые посадки линейных тутовых насаждений вдоль реконструированной оросительной сети, а в последующем, по мере наращивания производства кормов с этих посадок, произвести выкорчевку оставшихся среди полей тутовых деревьев и выравнивание площадей.

Необходимо здесь также учитывать, что сохранение «старых» линейных посадок в поле отрицательно скажется на длине гона после реконструкции.

В принципе, воспроизводство кормов в объемах, произведенных с деревьев, подлежащих выкорчевке при реконструкции, может быть обеспечено как за счет новых линейных насаждений вдоль реконструированной оросительной сети, так и дополнительной посадки плантации тутовых насаждений. Последнее потребует сокращения площади орошаемой пашни, занятой сельскохозяйственными культурами. Этот вариант, обеспечивая воспроизводство тутового листа, приведет к потерям другой продукции. Избежать этого возможно путем посадки тутовых плантаций на новых орошаемых землях.

Однако не все хозяйства, особенно, если иметь в виду густонаселенные зоны, где больше всего линейных насаждений, располагают резервами нового орошения. В сельскохозяйственных предприятиях, где имеются эти резервы, посадкам тутовых насаждений, должна предшествовать ирригационно-мелиоративная подготовка новых земель, с затратами 4–5 тыс. сум/га и более в ценах 1991 г., в зависимости от удаленности участка от источника орошения, почвенно-мелиоративных условий, рельефа резервов освоения и других факторов.

Имея в виду сроки использования кустовых плантаций 20-25 лет, и линейных 40-50 лет, снижение урожая листа по мере старения деревьев, ущербы от выкорчевки на отдельных площадях могут быть небольшими, а на участках, где наступил срок естественного их воспроизводства, реконструкция земель явится ускоряющим фактором обновления линейных тутовых насаждений.

При разработке рабочих проектов реконструкции, целесообразно предусматривать в составе работ обследование тутовых деревьев, не только в контуре выполнения этих работ, но и в целом по хозяйству для выявления резервов повышения урожая существующих посадок. Вариант компенсации потерь кормов за счет новых насаждений, кроме капиталовложений на их посадку, требует ежегодных затрат по уходу за деревьями до начала заготовки листа на корм: линейных насаждений в течение 4 лет, тутовых плантаций – 2 года.

Однако, здесь, необходимо иметь в виду ограниченные возможности посадок линейных насаждений. Ими уже заняты полосы вдоль существующей оросительной сети. Новым таким посадкам должна предшествовать реконструкция земель.

Уменьшение потерь кормового листа, можно обеспечить при осуществлении работ по реконструкции с июля месяца, после уборки зерноколосовых культур. К этому времени завершается выкормка тутового шелкопряда.

Как показывают расчеты за 50 лет на 1 тонну кормов расчетные затраты составят: плантации тутовников 344,9 тыс. сум, линейных деревьев 51,3 тыс. сум. По минимуму расчетных затрат более эффективными являются посадки линейных насаждений вдоль реконструируемой оросительной сети.

Увеличение длины гона за счет укрупнения поливных участков при реконструкции позволит сократить потребные валютные затраты на приобретение зарубежной сельскохозяйственной техники, уменьшить расход топлива, в конечном счете повысить эффективность сельскохозяйственного производства на орошаемых землях.

Литература

1. Кишлок хужалик махсулотлари етиштиришга талаб этиладиган мехнат ва моддий ресурслари меъерлари. Тошкент, Бозор ислохотлари илмий-тадкикот институти, 1997, с. 73,78,116.
2. КМК 2.06.03-97 оросительные системы. Нормы проектирования. Ташкент, 1997, с.3-4.
3. Инструкция по разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий Узбекистана. Ташкент, 1986, стр.45.
4. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в хлопководстве. Ташкент: Республиканская нормативно исследовательская станция министерства сельского хозяйства Узбекистана, 1973, 496с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Е.С.Койбакова, М.Р Жиенбаев

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства

Во всем мире придается огромное значение охране земельных и водных ресурсов от загрязнения и истощения. В нашей республике тоже разрабатывается различные экологические программы по усилению охраны окружающей и улучшению использования природных ресурсов. Так как состояние земельного фонда страны вызывает тревогу. Игнорирование экологического фактора привело к образованию пустынь ранее не существовавших. В Казахстане имеется около 77 млн.га земель склонных к дефляции почв, свыше 50 млн.га эрозивноопасных земель, из них 17,7 тыс.га находятся в пашне, более 74,4 млн.га солонцов. Опустынивание составляет около 60% от общей площади. Катастрофически ухудшилась экологическое обстановка в бассейне Аральского моря. Аральское море являлось четвертым по величине озером в мире, а сейчас является восьмым. Глубина озера сократилось с 70 м до 12 м. Уменьшилось количество поступающей воды из рек Сырдарья и Амударья с 60 куб.км почти до нуля. Море разделилось на три отдельных озера с высокой засоленностью. Оно являлось огромным естественным кондиционером, ограждающим зимой от холодных сибирских воздушных потоков, а летом охлаждающим воздух. Его климатическая роль полностью исчезла, климат региона стал более континентальным. Короткое жаркое сухое лето и длинная зима привели к сокращению периода землепользования. Наша республика является развитой страной в промышленном и аграрном отношении. С каждым годом остро ощущается дефицит водных ресурсов. Главным образом это связано с тем, что Республика Казахстан занимает одно из последних мест среди государств СНГ по водообеспеченности, так как все имеющие реки являются транзитными.

Земельные ресурсы, пригодные для орошения составляют 57.547 млн. га, из них 16.0 млн. га могут орошаться без сложной мелиорации. Земли, пригодные для орошения в Жамбылской области определены 2.845 млн. га, из них 1.334 млн. га не требуют сложной мелиорации. В Алматинской и Талды-курганской областях эти показатели соответственно составляют 2.074-1.687 млн. га и 1.660-1.070 млн. га. Поэтому при огромной площади территории республики, сравнительно низкой обеспеченности ее водными ресурсами и крайне неравномерном их распределении, вопросы рационального использования и охраны вод в Казахстане имеют первостепенное значение. Ежегодно водообновляемые водные ресурсы Казахстана определяются величиной местного стока и притока речных вод с сопредельных государств. Ресурсы речного стока республики характеризуются значительной изменчивостью во времени. При максимальном годовом объеме стока 172 км^3 , минимальное значение составляет $64,4 \text{ км}^3$ в год, т.е. почти в 3 раза меньше максимума и в 2 раза меньше нормы. Речному стоку свойственно также чередование маловодных и многоводных лет. В трех областях республики - Кызылординской, Атырауской и Мангистауской - местный речной сток практически отсутствует.

В последнее время в целом по республике наблюдается нарастающая тенденция загрязнения водоемов, что вызывает дефицит водных ресурсов. В этой связи возникает необходимость в восполнении этого дефицита, одним из резервов которого являются очищенные сточные воды из городов, поселков и промышленных предприятий. Города Казахстана ежегодно сбрасывают более 6 млрд. м^3 сточных вод, которые имеют высокую концентрацию и сложный химический состав, в них содержатся различные токсичные соли, тяжелые металлы и биогенные элементы, что необходимо учитывать при их сельскохозяйственной утилизации. В то же время сточные воды богаты азотом, фосфором, калием и многочисленными микроорганизмами и микроэлементами, которые могли бы быть бесплатным удобрением для орошаемых земель, так как они находятся в растворенной и легкодоступной форме. При использовании сточных вод на полях орошения имеется реальная возможность получения высоких устойчивых урожаев. В Казахстане 5-10% от объема сточных вод наиболее стойких загрязнений поступает в водоемы, поэтому механические и биохимические приемы не позволяют полностью очистить водоемы от остаточных загрязнений. В условиях Казахстана, где водообеспеченность сельскохозяйственных угодий носит напряженный характер, вопрос использования различных видов сточных вод на орошение приобрел особую актуальность. Ввиду этого используется почвенный метод доочистки сточных вод. При этом уменьшается забор "чистых" природных вод для полива сельскохозяйственных угодий; рационально распределяются водные ресурсы в народном хозяйстве; исключаются

ется сброс очищенных и неочищенных сточных вод в водоемы и тем самым решается проблема санитарной охраны водоемов; непрерывно повышается плодородие почв; получают высокие устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур; в сельскохозяйственный оборот дополнительно вовлекаются малопродуктивные и непригодные земли; в почву со сточными водами поступает большое количество важных для жизни растений элементов, как азот, фосфор, калий и множество микроорганизмов и микроэлементов. Рациональное использование сточных вод в сельском хозяйстве обеспечивает: повышение продуктивности кормовых культур на 20-25%; водообеспеченности агроландшафтов на 35-40%; экономию минеральных удобрений на 40-60%; улучшение экологической обстановки; получение водоохранного эффекта с одного гектара составляет 900-1200 тенге.

В настоящее время в Казахстане существуют оросительные системы на базе сточных вод на площади 51.6 тыс. га, из которых 41.4 тыс. га построены на базе городских сточных вод. Так, на базе городских сточных вод г. Алматы -16.5 тыс. га, Актобе -14.6 тыс. га, Жесказгана – 500 га, Костаная - 190, Петропавловска - 100, Аркалыка - 288, Орала - 1536, Астаны - 1476, Экибастуза - 250, Жанатаса - 1500, Шымкента - 1550, Рудного – 1920 га. В перспективе за счет промышленно-бытовых, животноводческих и городских сточных вод в Казахстане можно обеспечить орошение 0.8 млн. га земель, что при резком дефиците водных ресурсов имеет большое народнохозяйственное значение. Только в бытовых сточных водах республики содержится 10600 т. азота, 3600 т. фосфора, 95000 т. калия, которыми можно удобрить 300 тыс. га сельхозугодий.

Наиболее развито орошение сельскохозяйственных культур сточными водами, по сравнению с другими областями, в Алматинской области. В среднем на каждого жителя г. Алматы приходится ежедневно по 355 литров воды, что выдвигает его по водопотреблению в ряды крупных водопользователей. Ежедневно Алматы и ее окрестности перерабатывают огромные водные массы. Вода используется на питьевые, коммунально-бытовые, промышленные нужды. Практически в тех же объемах растет сброс отработанных сточных вод, полностью потерявших главное достоинство - качество.

Один из важных факторов, определяющих эффективность утилизации стоков на оросительных системах - это установление оптимальных норм орошения (в пересчете на содержание биогенных веществ). От нормы внесения стоков зависит не только урожайность и качество выращиваемых культур, но и в значительной степени природоохранный эффект. Норма внесения стоков должна быть такой, чтобы вынос веществ в дренажную сеть и грунтовые воды не ухудшил качество природных вод ниже допустимых норм.

В подготовленных сточных водах содержатся также токсичные соли, тяжелые металлы, фенол, фтор, ртуть и многие биогенные элементы. Элементы, усиливающие поступление в растения тяжелых металлов, увеличивают их фитотоксичность. Применение сточных вод без учета содержания в них тяжелых металлов приводит, как правило, к экологическому загрязнению почв.

Такие микроэлементы как кобальт (Co), медь (Cu), марганец (Mn), цинк (Zn), молибден (Mo) относятся к тяжелым металлам, присутствие которых в избыточных количествах токсично для человека. С другой стороны микроэлементы стимулируют рост и ускоряют развитие растений, оказывают положительное действие на устойчивость их против неблагоприятных условий среды (температуры, влажности, повышенной концентраций солей) и некоторых заболеваний.

Загрязнение почвы ионами тяжелых металлов, которые в составе подвижных соединений, накапливаясь в почве, представляют большую опасность, потому что из почвы они могут усваиваться растениями. Наличие в почве малоподвижных форм соединений тяжелых металлов чаще всего не создает непосредственной угрозы для живых организмов. Почвенная очистка сточных вод основана на способности почвы, поглощать и прочно удерживать в себе различные вещества, приходящие в соприкосновение с ней. Согласно литературным данным нормально обеспеченными микроэлементами считаются корма, содержащие на 1 кг воздушно-сухого корма, кобальта - 0,5-1,0 мг; меди - 6,0-12,0 мг; молибдена -1,5-2,0 мг; йода - 0,3-0,6 мг, марганца - 40,0-60,0 мг; цинка - 30,0-60,0 мг.

При оценке токсичности химических элементов содержащихся в окружающей среде используют две составляющие: общее состояние растений и концентрация загрязняющего элемента в нем. Но при этом необходимо считаться со свойствами почвы. Она в силу своей буферности способна защищаться (до определенного предела), переводя ионы тяжелых металлов, попадающих с орошаемой водой, в малоподвижное состояние. Благодаря этому, растения могут не испытывать угнетения даже при высоком уровне накопления микроэлементов.

Большую роль в эколого-мелиоративной почвенной доочистке при использовании сточных вод играют почвенная флора и фауна. Процессы интенсивности жизнедеятельности макро и микро организмов усиливается. Почвенные макро, микро флора и фауна выступают в данном случае чутким ин-

дикатором степени токсичности сточных вод и играют роль биологического адсорбента, нейтрализатора загрязнений, минерализатора остатков органических веществ.

Для оценки трансформации ионов тяжелых металлов проведен расчет путем сравнения количества поступающих с поливной водой (оросительной нормой) и выносом их убранным урожаем переведенного в воздушно-сухую массу.

Из представленных некоторых результатов полевого опыта, проведенных при поливе сточными водами накопителя Сорбулак в Алматинской области следует (табл. 1, рис. 1), что кормовыми культурами с урожаем выносятся значительно больше ионов тяжелых металлов по сравнению с количеством поступивших с оросительной водой. Кормовые культуры на фоне высокой агротехники и урожая значительное количество тяжелых металлов пополняют за счет подвижных форм из почвы. Об этом свидетельствуют нижеприведенные данные о стабильном содержании тяжелых металлов, а иногда даже их снижение под посевами кормовых культур.

Из таблицы следует, что вынос с урожаем кукурузы, сорго, суданки, люцерны Pb и Cr был несколько ниже по сравнению с привносом их сточной водой. Следовательно, идет процесс поглощения их почвой. Однако, при многолетнем использовании сточных вод на орошение кормовых культур увеличение их содержания в почвах не установлено.

Кислотность почв региона и сточных вод Сорбулака близки к нейтральной, способствуют лучшей подвижности микроэлементов, их миграционной способности. В результате внутрпочвенных и водных процессов под воздействием макро, микрофлоры и фауны увеличения содержания тяжелых металлов в почве не происходит, в основном, соответствует фоновому загрязнению земель целинного участка.

Результаты многолетних исследований показали, что эффективность почвенной очистки сточных вод, экологическая обстановка и качество получаемой продукции на поля орошения напрямую зависят от норм нагрузок.

Поэтому при сельскохозяйственной утилизации сточных вод необходимо выполнить следующие задачи:

- разработка теоретических основ, обеспечивающих оптимизацию параметров плодородия почв на поля орошения, охрану и рациональное использование водных, земельных ресурсов;
- разработка экологических, агротехнических и технологических основ получения на полях орошения программируемых урожаев сельскохозяйственной продукций высокого качества;
- проведение экологического мониторинга состояния природной среды на полях орошения;
- разработка долгосрочных прогнозов изменения мелиоративной и экологической обстановки на оросительных системах на базе сточных вод;
- разработка научных принципов создания нормативной документации по проектированию, строительству и эксплуатации полей орошения;
- разработка экологических приемлемых и ресурсосберегающих технологий, реконструкции и требований по эксплуатации существующих полей орошения с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Рассматривая эколого-мелиоративные аспекты сельскохозяйственной утилизации различных видов подготовленных сточных вод следует отметить, что водно-физические, агрохимические и физико-химические свойства почв, а также их микробиологическая активность в значительной степени определяют эффективность почвенной доочистки (дополнительной биологической очистки) сточных вод. Кроме того, в практике сельскохозяйственной утилизации подготовленных сточных вод большое значение имеет их удобрительная ценность. Для обеспечения благоприятной мелиоративной и экологической обстановки на полях орошения возникает необходимость установления, с учетом региональных особенностей, предельно допустимых норм нагрузки на них. Применительно к специализированным мелиоративным объектам, каковыми являются оросительные системы на базе различных видов сточных вод, следует говорить о нормах водопотребности сельскохозяйственных культур, возделываемых на полях орошения или о предельно допустимых нормах нагрузки сточных вод на полях орошения за вегетационный период.

Таблица 1
Вынос тяжелых металлов растительной кормовой продукцией при орошении сточной водой накопителя-Сорбулак
(Алмаатинская область, данные В.М. Петрунина, Т.В. Нугаевой, 1999-2002 гг.)

Культура	Оросительная норма, м ³ /га	Урожай зерновой массы, т/га	Показатели	Тяжелые металлы (ТМ)									
				Zn	Fe	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Co		
Кукуруза	4750	4,16	Внесено СВ, кг/га	0,085	0,8	0,008	0,007	0,033	-	0,110	-	0,265	
			ТМ в растениях, кг/кг	10,097	35,575	0,119	1,295	0,182	0,705	0,491	0,265		
			Вынос с урожаем, кг/га	1,352	4,763	0,026	0,173	0,024	0,094	0,065	0,035		
Сорго	4750	4,36	Внесено СВ, кг/га	0,085	0,801	0,008	0,007	0,033	-	0,190	-	0,250	
			ТМ в растениях, мг/кг	9,523	32,525	0,091	2,420	0,155	0,420	0,710	0,250		
			Вынос с урожаем, кг/га	1,548	5,288	0,015	0,390	0,025	0,068	0,115	0,040		
Топинамбур зел. масса + клубни	5760	9,97	Внесено СВ, кг/га	0,085	0,801	0,008	0,007	0,033	-	0,190	-	0,530	
			ТМ в растениях, мг/кг	8,730	53,790	0,114	2,450	0,376	0,868	0,918	0,530		
			Вынос с урожаем, кг/га	0,323	1,995	0,042	0,091	0,139	0,321	0,340	0,020		
Подсолнечник	4750	4,78	Внесено СВ, кг/га	0,085	0,801	0,008	0,007	0,033	-	0,190	-	0,580	
			ТМ в растениях, мг/кг	12,090	34,010	0,161	5,669	0,384	0,797	1,097	0,580		
			Вынос с урожаем, кг/га	1,519	4,275	0,020	0,712	0,048	0,100	0,137	0,072		
Суданка	5100	5,86	Внесено СВ, кг/га	0,085	0,801	0,008	0,007	0,033	-	0,190	-	0,290	
			ТМ в растениях, мг/кг	11,990	38,310	0,371	1,755	0,575	0,655	0,565	0,290		
			Вынос с урожаем, кг/га	2,309	7,409	0,071	0,339	0,111	0,126	0,109	0,056		
Люцерна	4750	1,21	Внесено СВ, кг/га	0,085	0,801	0,008	0,007	0,033	-	0,190	-	0,047	
			ТМ в растениях, мг/кг	8,2	20,4	0,045	6,74	0,13	3,0	0,27	0,047		
			Вынос с урожаем, кг/га	0,968	2,284	0,005	0,754	0,014	0,030	0,030	0,052		
ПДК				15-150	-	0,05-0,2	2-12	0,2-1,0	0,4-3,0	0,1-5,0	0,3-0,5		
МДУ				50	100	0,3	30	0,5	1,0	5,0	5,0		

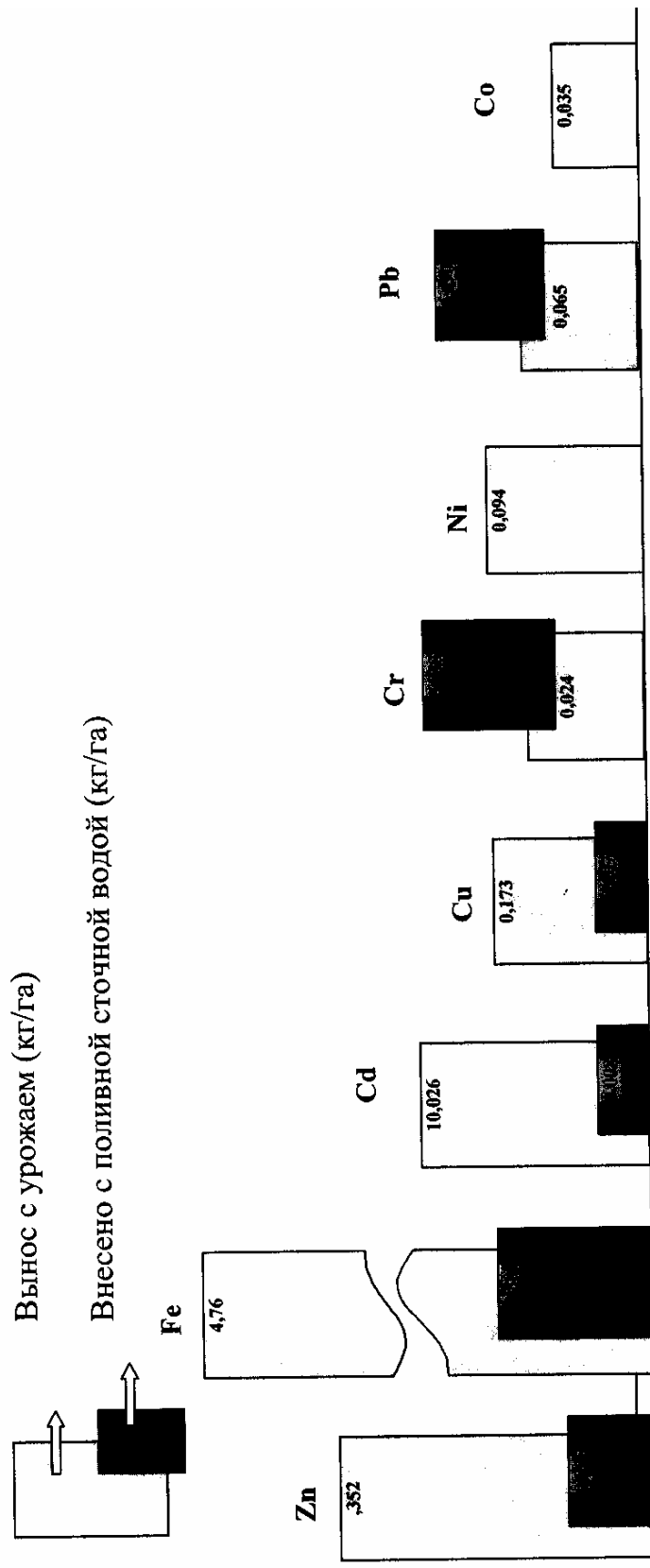


Рисунок 1 - Внесение тяжелых металлов с поливной сточной водой (кг/га) и их вынос с урожаем кукурузы (кг/га)
(Опытные данные В.М. Петрунина, Т.В. Нугаевой, 1999-2001 гг.)

На основе многолетних исследований по использованию сточных вод сотрудниками института водного хозяйства разработаны рекомендации по установлению норм нагрузок сточных вод на поля орошения. Определены величины суммарного водопотребления кормовых культур, нормы водопотребности сельскохозяйственных культур для южного и центрального региона Казахстана. Нормы разработаны с учетом различной влагообеспеченности по годам (для 5, 25, 50, 75, 95% вероятности превышения) и удобрительной ценности сточных вод. Изданы рекомендации по использованию сточных вод г. Алматы на орошение кормовых культур и древесных насаждений.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

М.М. Мусекенов, Н.В. Гриценко

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства

В последние годы неблагоприятная экологическая ситуация становится одним из определяющих факторов в республике, потому что более половины ее территории по естественным причинам окружающей среды относится к пустынным и полупустынным, а по естественно-историческим условиям и при сложившейся преимущественно ресурсно-сырьевой системе природопользования остаются экстремально высокими техногенные нагрузки добывающих и перерабатывающих предприятий, промышленных зон народнохозяйственного комплекса, военных объектов на экологически уязвимые природные системы и проживающее в них население.

В связи с этим в стране сложилась неблагоприятная, а в ряде регионов кризисная экологическая обстановка. Наиболее опасные проявления экологического кризиса - региональное техногенное опустынивание, деградация почв, истощение и загрязнение водных ресурсов, загрязнение атмосферы, обезлесение, необратимое сокращение биологического разнообразия и разрушение генетического фонда живой природы, активизация угрожающих жизни стихийных природных явлений и промышленных катастроф, накопление опасных и токсичных отходов. В некоторых регионах положение обострилось настолько, что нарастает опасность неотвратимых, необратимых и непредсказуемых явлений и резко сокращаются возможности прогнозирования управления и сохранения устойчивого природопользования.

Неблагоприятное экологическое состояние усугубляет экономический кризис, переживаемый в настоящее время страной, способствует обострению социального напряжения, в то же время решение экологических и социальных проблем населения сдерживается экономическими трудностями. Следовательно, непринятие адекватных экологической обстановке мер, помимо ущерба для здоровья народа, чревато угрозой социальных конфликтов и прямым блокированием ряда важнейших направлений народнохозяйственного развития.

Естественным фундаментом экологизации страны являются экологические ограничения и требования охраны окружающей среды и природопользования, которые в условиях переходного периода должны быть полно отражены во всех нормативно-правовых актах.

Концепция экологизации представляет собой систему признанных государством принципов и приоритетов, на основании которых формируются правовые и экономические механизмы, а также направления деятельности, необходимые для обеспечения и сохранения благоприятной окружающей среды и устойчивого экономического и человеческого развития. В основу концепции заложена стратегия создания благоприятных условий для жизни людей на базе оптимального развития производства, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

В этой связи государственная политика должна базироваться на:

- введении принципа "платит природопользователь и загрязнитель", обязанности компенсации ущерба, нанесенного здоровью человека и окружающей среде, и социальной защиты пострадавших по экологическим причинам;

- соблюдении установленных государством допустимых уровней воздействия на окружающую среду и человека, взаимной ответственности административно-территориальных единиц за состояние окружающей среды и трансграничный перенос загрязнений;

- разрешительном порядке осуществления производственной и иной деятельности, способной создать угрозу экологической безопасности населения и/или территории;
- обязательности государственной экологической и санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов, программ строительства, реконструкции и производства любой продукции;
- своевременном выявлении и восстановлении нарушенных территорий (акваторий), экосистем и природных комплексов;
- обеспечении полной, достоверной и своевременной информацией граждан и организаций об экологической опасности и осуществляемой деятельности;
- соблюдении законодательно-нормативной базы Республики Казахстан, регламентирующей охрану окружающей среды и природопользование.

Система управления природоохранной деятельностью и природопользованием должна определяться нормативно-правовыми актами, разрабатываемыми с учетом основных положений международных договоров Республики Казахстан. Ее основополагающим принципом является разделение функций государственного и хозяйственного управления, закрепленное законодательством. Система должна функционировать в рамках основной структурообразующей единицы административно-территориального деления республики: области - на базе экологической оценки ее физико-географических районов, а в части водных ресурсов - бассейнов рек и водоемов.

Механизмы обеспечения экологизации водных ресурсов должны быть конкретными. Для каждой структурообразующей единицы необходимо разработать:

- характеристики фактического состояния окружающей природной среды, представленные в экологическом паспорте;
- нормативные характеристики, лимитирующие водопользование по четырем направлениям:
 - а) ограничение загрязнений водной среды;
 - б) определение экологически допустимых пределов использования водных ресурсов;
 - в) экономические ограничения - установление рациональной и экологически безопасной структуры отраслей производства;
 - г) территориальные разграничения - от выделения участков с различной степенью хозяйственной деятельности до полного ее запрещения (заповедники).

Для каждой области необходимо разработать территориальную комплексную схему охраны окружающей среды, утверждаемую акимом, где отрабатываются основные направления деятельности по снижению воздействия на окружающую среду, устойчивому природопользованию и созданию системы охраняемых территорий. И на основе такой схемы разрабатываются экологические программы: долгосрочная и неотложная.

В целях поддержки приоритетных исследовательских программ в области окружающей среды следует осуществлять целевое финансирование соответствующих исследований и разработок, привлекать финансовые ресурсы частного сектора, международных организаций и фондов.

Эффективность управления природоохранной деятельностью во многом зависит и от качества подготовки кадров в области экологии. При этом особое внимание необходимо уделять приобретению и совершенствованию навыков и знаний в области экологического законодательства, экономики природопользования, оценке воздействия на окружающую среду и риска, экологической ревизии, а также методов урегулирования конфликтных ситуаций. Также следует предусмотреть специальные учебные программы по темам охраны окружающей среды и устойчивому развитию для руководящих работников других государственных органов, реализующих соответствующие направления экологической политики Республики Казахстан.

Законодательство с комплексным подходом к охране водной среды должно обеспечивать, в частности:

- а) четкое определение и распределение обязанностей и полномочий между различными субъектами природоохранной деятельности;
- б) наличие взаимосогласованных и соответствующих экологическому состоянию нормативов;
- в) координацию в рассмотрении заявлений на получение разрешений по каждому альтернативному проекту. Конечной целью такой деятельности должна стать выдача разрешения на основе комплексной экспертизы, охватывающей всю природную среду;
- г) учет экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки;
- д) изучение воздействия на окружающую среду действующих предприятий и установок, наносящих существенный ущерб, и внесение (при необходимости поэтапно) на основе результатов такого изучения надлежащих коррективов или изменений с целью сокращения, ограничения или предотвращения отрицательного воздействия на природные факторы и здоровье человека;

е) обязательный учет оценки воздействия на окружающую среду в процедуре санкционирования предлагаемых новых проектов экономического развития;

ж) предоставление государственными органами периодических отчетов о состоянии окружающей среды и вменение в обязанности предприятий и фирм регулярно сообщать компетентным органам информацию по вопросам окружающей среды;

з) закрепление за общественностью права на доступ к информации об окружающей среде и принятие соответствующих процедур с учетом четко сформулированных ограничений, касающихся права на личную жизнь, промышленную и коммерческую тайны и национальной безопасности. Особое внимание следует уделять согласованию казахстанского законодательства при необходимости с положениями актов международного права в области окружающей среды.

При выработке стратегии развития республики необходимо разрабатывать и постепенно внедрять схемы добровольной экологической ревизии и систему экологической маркировки со стороны производителей в качестве доказательства экологической чистоты своей продукции.

Стимулирование водопользователей в проведении охранных мероприятий, региональном использовании природно-ресурсного потенциала должно осуществляться с помощью экономического механизма природопользования, предусматривающего систему экологических платежей:

- за пользование водными ресурсами;
- на охрану и водных ресурсов;
- за выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размер отходов производства и потребления в пределах и выше установленного лимита;
- за сверхлимитное (сверхнормативное) и некомплектное пользование (потери) водных ресурсов.

Платежи за нормативное пользование водных ресурсов распределяются между местным и республиканским бюджетами в установленном законом соотношении и используются на реализацию программ социально-экономического развития в части природоохранной деятельности. Платежи на охрану водных ресурсов должны поступать в целевые экологические фонды и использоваться исключительно для финансирования мероприятий по ликвидации ранее нанесенного ущерба и решения экологических проблем.

Необходимо разработать политику дифференцированного ценообразования утилизации отходов. Стоимость обработки и захоронения отходов может отражать все издержки, связанные с охраной окружающей среды и здоровья населения. За нарушения предписаний в области контроля над загрязнением должны налагаться штрафы и применяться санкции, размер которых зависит от степени и повышения установленных пределов или норм. Суммы штрафов должны обеспечить соблюдение нормативов и компенсировать ущерб. Финансирование расходов на охрану окружающей среды осуществляется за счет государственного бюджета, средств водопользователей, экологических фондов, а также других источников. Разрабатывать как экологические, так и финансовые критерии отбора природоохранных проектов для финансирования. Необходимо отдавать приоритет инвестированию экологически чистых технологий, а не технологии очистки в конце производственного цикла. В процедурах выделения кредитования природоохранные цели учитывать банковскую и экологическую экспертизы.

Для более эффективного решения проблем ухудшения состояния окружающей среды государства должны сотрудничать в деле создания благоприятной и открытой международной экономической системы, которая привела бы к экономическому росту и устойчивому развитию во всех странах.

Экологизация водных ресурсов, как составная часть всех экологических проблем, является также существенным компонентом международной безопасности. В этой связи необходимо обеспечить более широкое участие республики в важнейших международных экологических конвенциях и природоохранной деятельности на международном уровне. Природоохранные органы должны установить приоритеты в области международного сотрудничества и соответствующим образом сосредоточить свои усилия.

Реализация экологической политики в сфере международного сотрудничества должна осуществляться Республикой Казахстан в следующих направлениях:

- присоединение Республики Казахстан к соответствующим международным конвенциям и принятие практических мер по их реализации;
- разработка согласованной политики, общих подходов, единых методик, критериев и процедур оценки качества и контроля состояния окружающей природной среды и антропогенных воздействий на нее с обеспечением сопоставимости данных в межгосударственном и международном масштабе;

- проведение скоординированных фундаментальных и прикладных экологических исследований, создание и функционирование межгосударственной (международной) экологической информационной системы;

- привлечение зарубежных и международных организаций, фирм, отдельных специалистов к разработке и внедрению передовых экологически чистых технологий как в сфере производства, так и непосредственно в природоохранной деятельности;

- широкое использование международного опыта в решении проблем экологизации водных ресурсов;

- максимально возможное привлечение финансовых средств из фондов помощи и международных организаций на решение конкретных программ и проектов в области охраны окружающей среды и устойчивого развития страны.

Необходимо улучшить взаимодействие природоохранительных органов с органом, осуществляющим координацию программ иностранной помощи и управления ими. Программы помощи необходимо направлять на осуществление приоритетных природоохранных задач и рассматривать, в частности, как один из важных инструментов укрепления национального потенциала в области выполнения обязательств, в соответствии с международными экологическими конвенциями.

На наш взгляд, все мероприятия по обеспечению экологизации нашего государства являются залогом предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Активизация хозяйственной деятельности, связанной с природопользованием, в том числе с сельскохозяйственными мелиорациями, привела к обострению экологических проблем в нашей стране. Правильная их постановка и решение требуют переосмысления прежних концепций и понятий, разработки новых средств и методов, позволяющих изменить кризисную ситуацию.

Поскольку экологические ситуации - результат хозяйственной деятельности человека, а она, в свою очередь, осуществляется в результате тех или иных решений, реализуемых в постановлениях, директивах, проектах мелиоративных систем, необходимо прежде всего выяснить — на какой основе принимаются те или иные решения. Поставив вопрос таким образом, можно убедиться в том, что для аргументации принятия решений используется набор показателей о природной, технической, социально-экономической, политической средах. Перечислим хотя бы некоторые из них: численность населения, КПД оросительной системы, урожайность сельскохозяйственных культур, окупаемость капиталовложений, экономическая эффективность, гидрогеологические, климатические и почвенные условия, природно-мелиоративное и экологическое состояние территории и т. п.

Несмотря на разнообразие этих показателей, существует одна особенность, характерная практически для их всех, — оторванность от действительности. Как правило, показатели «показывают» более благоприятную, радужную картину, а иногда и совершенно не соответствуют действительности. Для того чтобы наметить пути изменения негативных природно-хозяйственных ситуаций, включая экологические, необходимо исследовать причины и характер указанных разрывов между показателями и реальностью.

Сейчас же речь идет лишь о том, что решение многих вопросов, в том числе и этого, может привести в тупик, если исходить только из одной позиции, без рассмотрения всех остальных. Заметим лишь, что в настоящее время у нас в стране площадь орошаемых массивов зачастую достигает десятков тысяч гектаров, что вполне соответствует концепции гигантомании. А с точки зрения природопользования крупные массивы орошения всегда уступают меньшим: при орошении грунтовые воды поднимаются быстро, а растекаются медленно (из-за отсутствия «сухого дренажа»). Отсюда подтопление и засоление территории, поскольку надежды на искусственный дренаж часто не оправдываются. Естественно, что на громадной территории управлять природными процессами (равномерно подавать воду на поля, уменьшить фильтрационные потери) много сложнее, чем на маленькой, зато гораздо легче утаить неучтенные земли и получить «липовые» сверхвысокие урожаи.

Предметом исследования мелиоративной науки являются отдельные фрагменты природной среды. В силу этого, математические модели, ориентированные на узко профильные показатели, на основании которых обосновываются мелиоративные проекты, весьма далеки от реальной действительности. При таком подходе не могут быть решены экологические проблемы, поскольку преобразующая деятельность, вызывающая экологические последствия, не включена в объект исследований.

Современный этап развития народного хозяйства характеризуется усилением роли водных ресурсов - одного из важнейших региональных эколого-экономических факторов. При ухудшении качественного состава воды снижается устойчивость экологической системы, нарушается нормальное ее функционирование. Источником загрязнения вод является практически любая деятельность человека в пределах водосборного бассейна. Промышленные, коммунально-бытовые и сельскохозяйственные

сточные воды, поверхностный сток, транспорт и энергетика являются основными источниками загрязнения водных объектов, поступления в них тяжелых металлов, биогенов, пестицидов, нефтепродуктов, фенолов, радионуклидов, поверхностно-активных и других веществ. В результате изменяются физические и органолептические свойства воды, химический состав и биохимический режим водоемов, состав микроорганизмов, биопродуктивность.

Токсические вещества вызывают структурные изменения в экологических системах, так как постоянно выводят из них сообщества, наиболее чувствительные к загрязненной воде. Проблема нарастающего дефицита пресной воды благоприятного состава была признана проблемой международного значения, затрагивающей все аспекты деятельности человеческого сообщества и оказывающей огромное влияние на здоровье людей, экономику и социальные условия.

В основу решения проблемы экологизации водопользования следует положить научно обоснованное водное законодательство. Разработка и применение эффективных экономических механизмов рационального водопользования - надёжная основа создания экологически чистых производственных процессов и оперативной модернизации промышленных, энергетических, коммунально-бытовых и сельскохозяйственных объектов - основных источников загрязнения воды, почв и атмосферы.

При современном уровне хозяйствования водные ресурсы практически исчерпаны и решение проблем возможно при условии создания научно обоснованных систем управления водными ресурсами в масштабе бассейнов рек, регионов, отдельных водохозяйственных объектов. Важно при этом учитывать динамику водных ресурсов в связи с изменениями климата планеты и нарушением теплоэнергетического баланса под влиянием урбанизации и индустриализации.

В сельском хозяйстве системы земледелия, мелиоративные и водохозяйственные системы образуют целостную природно-антропогенную сферу с определённым для конкретных условий уровнем экологической устойчивости. Применённые в системах земледелия минеральные удобрения, микроэлементы и пестициды поступают в растения, подземные и поверхностные воды. Весьма значительным источником поступления токсических веществ в почву, водные ресурсы являются природные осадки. Антропогенное загрязнение атмосферы и, соответственно, атмосферных осадков кадмием, оксидом серы и продуктами ее превращений, пестицидами и другими токсическими веществами, позволяет отнести атмосферные осадки в разряд основных факторов снижения плодородия почв, качества сельскохозяйственной продукции и загрязнения водоемов как в зонах орошения, так и богарного земледелия.

Дренаж на орошаемых и осушенных землях способствует интенсификации выноса солей, биогенов, пестицидов и других токсических веществ из почвенного слоя в водоемы и водотоки, которые тем самым становятся передатчиками вредных веществ водопользователям, расположенным ниже по течению.

Современное орошаемое земледелие — крупнейший потребитель водных ресурсов. В пустынной зоне объем водозабора на орошение достигает 90% общего водопотребления. Однако значительная часть этого объема воды расходуется на испарение, инфильтрацию и дренажный сток. Вместе с тем, в процессе работы дренажа активизируются вековые запасы солей в глубоких горизонтах, а при интенсификации сельскохозяйственного производства усиливается миграция биогенов, пестицидов и других токсических веществ. Таким образом, становится очевидным, что процесс экологизации водопользования в орошаемом земледелии не может быть эффективным без осуществления мероприятий по экологизации землепользования. Учитывая тесную взаимосвязь процессов водо- и землепользования в орошаемом земледелии, целесообразно изучение функционирования целостных мелиоративно-водохозяйственных систем.

Сложность этих процессов и приемов управления ими в научном и технологическом аспектах очевидна. Поэтому уровень их реализации будет определяться степенью экологизации мелиоративно-водохозяйственных систем.

Таким образом, создание экологически чистых мелиоративно-водохозяйственных систем определяется необходимостью формирования новых подходов к их конструированию с надёжным эколого-экономическим обоснованием и внедрением почвозащитной и природоохранной технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

ЭЛЕМЕНТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

П.Д. Умаров, А.И. Тучин

Научно-информационный центр МКВК

Введение

Проблема рационального использования водных ресурсов требует изучения и учета особенностей взаимодействия между формирующими их естественными (приток и отток поверхностных и грунтовых вод, осадки и транспирация, испарение из зоны аэрации и с поверхности уровня грунтовых вод) и искусственными (орошение и дренаж) факторами.

Возможность управления искусственными факторами позволяет путем изменения объема дренажного стока и водоподачи регулировать уровень грунтовых вод, а следовательно, и воздействовать на размеры подземного притока и оттока и водопотребления. Исходя из этого, одним из направлений рационализации водопотребления и обеспечения экологической устойчивости в регионе является создание через управляемые факторы оптимальных мелиоративных режимов, обеспечивающих благоприятные для развития растений условия при минимальных затратах воды на единицу урожая.

Моделирование дренажных систем

В качестве обобщенного показателя функционирования коллекторно-дренажной сети принят – **дренажный модуль** (литр/ (сек.×га)) и **капиталоемкость** (\$/га), а в качестве обобщенного параметра внешнего влияния на характеристики дренажа: **время** (год), **приведенные затраты** (\$/га) и **инвестиции** (\$/га). Формальное описание функционирования коллекторно-дренажной сети включает определение основных показателей:

А) c_d - Капиталоемкость коллекторно-дренажной сети (\$/га);

$$c_d = C_d/H_d; \quad H_d \subset H_j; \quad (1)$$

C_d - полная стоимость коллекторно-дренажной сети,

H_d - площадь дренирования в пределах площади орошаемой территории,

H_j - площадь орошаемой территории.

В) c_d^s – Эксплуатационные затраты, доля капиталоемкости, выделяемая ежегодно для поддержания функциональной способности коллекторно-дренажной сети на постоянном уровне (\$/га×year);

С) c_d^I – Инвестиции, средства ежегодно выделяемые на развитие и реконструкцию коллекторно-дренажной сети, увеличивают капиталоемкость (\$/га×year);

Д) q_d – дренажный модуль (l/(sec.×ha));

Для получения уравнений связи между этими показателями, рассмотрим произвольную площадь H , частично или полностью покрытую коллекторно-дренажной сетью, с различными значениями глубины заложения дрен и расстояния между ними. Далее, выделенную площадь, разобьем на d - элементов по принципу однородности дренирования и сформируем упорядоченное множество $\{0, 1, 2, \dots, D\}$, состоящее из пар $\{h_d, q_d^p\}$, $d \in \{D\}$, где $|D|$ равно количеству дренажных и коллекторных систем на рассматриваемой площади. Где h_d и q_d^p – площадь и дренажный модуль d -ой дренажной системы соответственно, под индекс «0» попадает вся площадь, где дренаж отсутствует. Назначение коллекторам самостоятельного индекса связано с тем, что скорость изменения их работоспособности практически не связана с конструкцией и работоспособностью дренажа и определяется в основном типами грунтов, где они проложены. В данном контексте под q_d^p , подразумевается технологическая характеристика d -ой дренажной системы, которая предполагает способность системы выполнять дренирование в объеме не менее q_d^p , при уровне грунтовых вод соответствующем объемам подачи водных ресурсов для выращиваемых на данной площади соответствующих сельскохозяйственных культур в вегетационный и не вегетационный периоды. Уравнения связи для показателей следующие:

$$q_d = q_d(c_d, j); \quad c_d^s = c_d^s(c_d, j) \quad (2)$$

Причем, в отличие от оросительных систем, функция $q_d = q_d(c_d, j)$ не ограничена сверху, т.е. $c_d \Rightarrow \infty, q_d \Rightarrow \infty$. Условие выполнения дренирования можно записать в виде:

$$q_d(t) \geq q_d^{pr}(t); h^{gr}(t) \geq h^{gr,pr}(t), \forall t \in \{t^V, t^{\Gamma V}\} \quad (3)$$

где: t^V и $t^{\Gamma V}$ – вегетационный и не вегетационный периоды, $q_d^{pr}(t)$ и $h^{gr,pr}(t)$ – требования к дренажу со стороны поля в части отводимого расхода и глубины залегания грунтовых вод, $h^{gr}(t)$ – фактическая глубина залегания грунтовых вод. Изменение величины q_d зависит от целого ряда факторов, например таких как: заиливание фильтров и труб, закупорка колодцев, разрушение стыков и т.п., но все эти факторы приводят к понижению значения $q_d(t)$ и требуют определенных затрат для восстановления работоспособности дренажа. Дальнейшее описание динамики функционирования коллекторно-дренажной сети основывается на известном законе о распределении отказов в системах, состоящих из большого количества однородных не связанных между собой элементов с произвольной внутренней структурой. Этот закон утверждает, что в процессе функционирования N - не связанных элементов (N – достаточно большое число), количество вышедших из строя элементов прямо пропорционально их общему количеству и не зависит от времени, т.е. количество вышедших из строя элементов = $\lambda \times N$, где λ – некоторая постоянная, характеризующая конкретную систему. Экспериментально установлено, что характер отказов в дренажных системах зависит лишь от типа и системы и внешних условий (строительство, эксплуатация). Это дает возможность процесс изменения работоспособности дренажа во времени, записать в виде:

$$\frac{dq_d^p}{dt} = -\lambda_d \times q_d^p + f_d^q(C_d) \quad (3)$$

где: λ_d – постоянная, характеризующая скорость снижения работоспособности дренажа.

$f_d^q(C_d)$ – функция, определяющая скорость восстановления работоспособности дренажа в зависимости от затрат C для дренажной системы d -го вида.

Числовые значения λ_d получают экспериментальным путем и пояснений не требуют, относительно функции $f_d^q(C_d)$ обычно известны два значения $f_d^q(0) = 0$, и $f_d^q(C_d^{\max}) = q_d^p$, где C_d^{\max} – капитальные вложения для создания этой системы. Для построения кривой необходимы как минимум три точки, две – известны, для нахождения третьей воспользуемся следующим приемом: рассмотрим стационарное состояние коллекторно-дренажной системы, т.е. положим $dq_d^p/dt = 0$, из уравнения (3) получим:

$$\lambda_d \times q_d^p = f_d^q(C_d) \quad (4)$$

стоимость удовлетворяющая условию (4) известна под названием эксплуатационные затраты, обозначив их как: C_d^0 – эксплуатационные затраты, и подставляя значение этих затрат в выражение (4) получим недостающую третью точку для построения функции $f_d^q(C_d)$. Прежде чем переходить к числовым значениям параметров сформулируем вид функции $f(C)$. Для этого заметим, что предельное значение q_d^p , достигаемое при C_d^{\max} , равно проектному значению, т.е. $q_d^{p,\max} = q_d^{p,0}$ – проектное значение дренажного модуля. Следовательно, любые вложения средств, в пределах $C_d \in \{0; C_d^{\max}\}$ не могут увеличить q_d^p выше $q_d^{p,0}$, не зависимо от фактического значения q_d^p в момент вложения этих средств. Математически это условие записывается следующим образом:

$$\frac{\partial f_d^p(t, C)}{\partial C(t)} = 0, \quad | \quad q_d^p(t) = q_d^{p,0}, \quad \forall t \in \{t^V, t^{\Gamma V}\} \quad (5)$$

Таким образом, для построения $f(C)$ имеется следующий набор условий:

$$\begin{aligned} f(0) &= 0 \\ f(C^0) &= \lambda \times q \\ f(C^{\max}) &= q^0 \\ \frac{\partial f(t, C)}{\partial C(t)} &= 0, \quad | \quad C = C^{\max}, \quad \forall t \in \{t^V, t^{\Gamma V}\} \end{aligned} \quad (6)$$

Функцию, удовлетворяющую условиям (5) можно записать в виде:

$$f(C(t)) = q^0 \times \{1 - \text{EXP}[-m \times C(t)/(C^{\max} - C(t))^2]\} \quad (7)$$

где:

$$m = \frac{(C^{\max} - C^0)^2}{C^0} \ln\left(\frac{q^0}{q^0 - \lambda \times q}\right) \quad (8)$$

Следующим этапом формализации является увязка изменения работоспособности дренажа во времени с функцией изменения капиталоемкости системы в зависимости от условий эксплуатации и затрат, включая процесс реконструкции и развития коллекторно-дренажных систем, под воздействием инвестиций. В качестве базовой формулы, связывающей технологические параметры коллекторно-дренажной сети со значением дренажного модуля, примем, согласно рекомендациям ВТР II 8-76, формулу Аверьянова С.Ф., которая для случая расположения дрен на водоупоре ($L=0$), переходит в формулу Ротэ.

$$q_d = \frac{4\alpha K h^2}{E^2} \left(1 + \frac{2L}{h}\right); \quad \alpha = 1/[1 + 2.94 \times \frac{2L}{E} \times \lg(1/\sin(\frac{\pi d}{2L}))]; \quad (9)$$

где: h - напор над дренажной (м), E - расстояние между дренажами (м), K - приведенный коэффициент фильтрации слоя, толщиной $= L + h_d$ (м/сут.), L - расстояние от дренажа до водоупора (м), h_d - глубина заложения дрен (м), d - расчетный диаметр дрен, равный диаметру фильтрующей отсыпки. Дальнейшие преобразования формулы (9) преследуют цель разделения технологических и водохозяйственных параметров. Для этого заметим, что напор над дренажной представляет собой разницу между глубиной заложения дрен и глубиной залегания грунтовых вод, т.е. $h = h_d - h^{gr}$, кроме этого введем безразмерную переменную ξ , которую определим следующим образом:

$$\xi = h/h_d = 1 - h^{gr}/h_d; \quad 0 \leq \xi \leq 1; \quad (10)$$

Подставляя ξ в формулу (9) перепишем ее в виде:

$$q_d = \left[\frac{4\alpha K h_d^2}{E^2} \right] \times \left[\xi \times \left(\xi + \frac{2L}{h_d} \right) \right]; \quad (11)$$

Выражение, стоящее в первых квадратных скобках, отражает комплекс технологических составляющих коллекторно-дренажной сети, не зависящий от водохозяйственных условий, а во вторых квадратных скобках - параметры конкретной водохозяйственной обстановки. Качественные изменения, происходящие в составляющих коллекторно-дренажной сети в процессе эксплуатации, описываются целиком выражением в первой квадратной скобке (11), которое, в многолетнем разрезе, обозначим через $\phi(c_d(t))$ и будем называть медленной составляющей, интервал исследований равен одному году. Вторую скобку оставим без изменений и свяжем ее с быстрой составляющей, описывающей динамику водохозяйственной обстановки в годовом разрезе, интервал исследований один месяц (декада). Переменная $c_d(t)$, функции $\phi(c_d(t))$ отражает динамику капиталоемкости коллекторно-дренажной сети в многолетнем разрезе, уравнение которой, с учетом анализа при составлении уравнения (3), можно записать в виде:

$$\frac{dc_d(t)}{dt} = -\lambda_d \times c_d(t) + c_d^s(t) + c_d^l(t); \quad \lambda_d = c_d^s(0)/c_d(0); \quad \forall t \in \{T\}; \quad (12)$$

здесь: $c_d^s(t)$, $c_d^l(t)$ - фактические эксплуатационные затраты и инвестиции, соответственно, $c_d^s(0)$, $c_d(0)$ - состояние системы в начальный момент времени.

Общий интеграл уравнения (12) имеет вид:

$$c_d(t) = \int_0^t \exp[-\lambda_d \times (t - \tau)] \times (c_d^s(\tau) + c_d^l(\tau)) d\tau \quad (13)$$

Подставляя в (13) конкретные функции эксплуатационных затрат “ $c_d^s(t)$ ” и инвестиций “ $c_d^l(t)$ ”, получим, динамику развития капиталоемкости коллекторно-дренажной сети во времени. Следующим этапом является построение функции $\phi(c_d(t), j)$; j – конкретная Зона дренирования. Во первых, заметим, что функция $\phi(c_d(t), j)$ является монотонно возрастающей по $c_d(t)$, где параметр “ j ”, характеризует лишь гидрогеологические условия, окружающие конкретную коллекторно-дренажную сеть. Следовательно, вид функции ϕ определяется, в основном, зависимостью от $c_d(t)$, а “ j ” – участвует только при уточнении постоянных. Поэтому, примем за нулевую точку проектное значение ϕ , и примем влияние затрат в окрестности норматива линейным, тогда для замыкания модели функционирования коллекторно-дренажной сети получим условие:

$$\phi(c_d(t)) = \phi_j(c_d(0)) \times c_d(t) / c_d(0); c_d(t) \geq 0, \forall t \in \{T\}; \quad (14)$$

Таким образом, динамика капиталоемкости коллекторно-дренажной сети в многолетнем разрезе, описывается уравнениями (13), (14), а значения дренажного модуля вычисляются по уравнениям (9), (11) с привлечением параметров, отражающих конкретную водохозяйственную обстановку. Заметим, что выражение (14) является обобщенным по отношению к условиям изменения работоспособности дренажа. Эти изменения работоспособности дренажа могут возникнуть как за счет заиливания дрены, так и за счет изменения глубины в коллекторе – водоприемнике Δh_k . В этом случае основной является задача в определениях изменения функции Δh_k в зависимости от эксплуатационных затрат по коллекторам и от $\phi(c_d)$ – затрат по дренажу, однако подобная детализация инженерных проблем на уровне перспективного планирования практически невозможна. Поэтому на данном уровне исследований для принятия решений будем пользоваться обобщенными значениями $\phi(c_d(t))$, полагая, что конкретные инженерные решения будут выполнены на проектных стадиях.

Для определения полного водно-солевого обмена между зоной аэрации и областью грунтовых вод, необходимо решить задачу водно-солевого обмена для отдельно взятой вертикальной колонны, а затем выполнить интегрирование потоков по поверхности Зоны орошения. Поскольку в данной постановке наименьшей единицей различимой площади является площадь, занятая сельскохозяйственной культурой, можно принять, что в пределах этой площади физико-механический состав грунта одинаков, кроме этого одинаковы и условия орошения. В этом случае потоки между полем и дренажом для любого момента времени будут функциями только “ h ” и “ r ”, полагая, что все культуры равномерно распределены относительно глубины залегания грунтовых вод, получим выражение для $Q^{ar}(t)$, используемое в балансе дренажного стока.

$$Q^{ar}(t) = \sum_{r \in \{R\}} \left[\int_{H_R} q^{ar}(r, h(H), t) dH \right]; \forall \xi^h(h, t), t \in \{t\}; \quad (15)$$

При аналогичных допущениях получим выражение и для потока соли:

$$Q^{s,ar}(t) = \sum_{r \in \{R\}} \left[\int_{H_R} q^{s,ar}(r, h(H), t) dH \right]; \forall \xi^h(h, t), t \in \{t\}; \quad (16)$$

Выражения (15), (16) являются основными при расчетах водно-солевой динамики орошаемой территории, поскольку они сохраняют смысл, как при замене задачи водно-солевого баланса более простыми формулами, применяемыми в инженерных расчетах, так и при использовании более точных моделей, в этом случае размер контура осреднения уменьшается, а количество контуров увеличивается.

Орошаемая территория представляет собой объект, в пределах которого, выполняется увязка всех водохозяйственных составляющих - параметров систем орошения, дренирования и формирования урожайности. Формальное описание территории орошения основывается на представлении этой поверхности, в виде однородного, в статистическом смысле, участка площадью “ H ”, который характеризуется тремя функциями распределения:

- а) степень засоленности почвы,
- б) глубина залегания грунтовых вод;

Каждая функция задается дискретно, с помощью векторов, отражающих, плотность распределения значений соответствующего параметра, по площади поверхности территории орошения $\xi^s(s)$, $\xi^h(h)$. Таким образом, *состояние* территории орошения определяется значениями двух векторов распреде-

ления: $\xi^s(s)$, $\xi^h(h)$, а под *траекторией* территории орошения, понимается, изменение этих векторов во времени. Компоненты этих векторов подчиняются условиям нормировки, т.е.

$$\sum_{s \in \{s\}} \xi_s(s, t) = \sum_{h \in \{h\}} \xi_h(h, t) = 1, \forall t \in \{T\}; \quad (17)$$

Определяя каждую функцию переменных, как вектор строку, получим средневзвешенные значения рассматриваемых параметров на площади “H” в виде скалярного произведения их переменных на соответствующий вектор распределения:

$$s^* = \sum_{s \in \{s\}} s_s \times \xi_s(s); \quad h^* = \sum_{h \in \{h\}} h_h \times \xi_h(h) \quad (18)$$

Размерность векторов распределения: $\xi^s(s, t)$, $\xi^h(h, t)$ определяется конкретной базой данных, используемой при исследованиях зоны планирования, в частности, если опираться на базу данных “WARMIS”, то вектор $\xi^s(s, t)$ имеет четыре компоненты, а вектор $\xi^h(h, t)$ – семь.

Динамика вектора $\xi^h(h, t)$ зависит только от колебания уровня грунтовых вод, отметки земли в данной работе считаются постоянными, следовательно, для изменений вектора $\xi^h(h, t)$ можно принять, что $\partial(\xi^h(h, t))/\partial t \sim \partial h/\partial t = -\partial z/\partial t$, $z(t)$ – отметка уровня грунтовых вод. В свою очередь динамика уровня грунтовых вод $z(t)$, определяется исходя из условий водного баланса в зоне аэрации и функционирования оросительной и коллекторно-дренажной сети. Далее будем полагать, что поверхность, с площадью H , плотно покрыта оросительными системами H_η , $\cup H_\eta = H$; $\eta \in \{\eta\}$ – множество оросительных систем. На этой поверхности выращивается множество сельскохозяйственных культур $\{R\}$, имеющих площади H_r , $\cup H_r = H$; $r \in \{R\}$. И часть этой поверхности дренируется коллекторно-дренажной сетью с площадью H_d , $\cup H_d = H$; $d \in \{d\}$ – множество коллекторно-дренажных систем. Кроме этого, в начальный период времени, известны функции: распределения площадей по бонитету и степени засоленности почв, а также уровню залегания грунтовых вод. Используя условия однородности, по аналогии с [3], введем понятие *комплексного гектара*, который представляет собой гектар, отражающий в статистическом смысле, все характеристики исследуемой территории орошения, тогда векторы распределения $\xi^s(s, t)$, $\xi^h(h, t)$ для комплексного гектара, сохраняют тот же смысл, что и для поверхности орошения, а при определении объема продукции сельскохозяйственных культур, воспользуемся вектором распределения ξ^r , с компонентами:

$$\xi_r = H_r / H; \quad \forall r \in \{R\}; \quad (19)$$

Аналогичные векторы введем для определения оросительных и коллекторно-дренажных систем:

$$\xi_\eta = H_\eta / H; \quad \forall \eta \in \{\eta\}; \quad (20)$$

$$\xi_d = H_d / H; \quad \forall d \in \{d\}; \quad (21)$$

Теперь удельные параметры комплексного гектара территории орошения можно определить в виде скалярного произведения собственных характеристик каждого элемента, на соответствующий ему вектор ξ распределения, а именно:

а) оросительные системы:

- к.п.д. “Т”

$$\eta^{T, \eta} = \eta^T \bullet \xi^\eta = \sum_{\eta \in \{\eta\}} \eta_\eta^T \times \xi_\eta; \quad (22)$$

- к.п.д. “U”

$$\eta^{U, \eta} = \eta^U \bullet \xi^\eta; \quad (23)$$

- удельная капиталоемкость оросительной сети

$$c^\eta = c^\eta \bullet \xi^\eta; \quad (24)$$

- удельные эксплуатационные затраты по оросительной сети

$$c^{\eta,s} = c^{\eta,s} \bullet \xi^{\eta}; \quad (25)$$

- удельная максимальная подача водных ресурсов

$$q^{\max} = q^{\max} \bullet \xi^{\eta}; \quad (26)$$

b) коллекторно-дренажная сеть:

- удельное водопотребление на промывку

$$q^N = q^N(s) \bullet \xi^s \equiv \sum_{s \in \{s\}} q^N(s) \times \xi_s(s); \quad (27)$$

здесь $q^N(s)$ – промывная норма в зоне орошения при засоленности почвы “s”.

- приведенный дренажный модуль

$$q^d = q^d \bullet \xi^d \equiv \sum_{d \in \{d\}} q_d \times \xi_d; \quad (28)$$

- удельная капиталоемкость коллекторно-дренажной сети

$$c^d = c^d \bullet \xi^d; \quad (29)$$

- эксплуатационные затраты по коллекторно-дренажной сети

$$c^{d,s} = c^{d,s} \bullet \xi^d; \quad (30)$$

с) сельскохозяйственные культуры:

- удельная продуктивность культуры “r”

$$y_r = y_r(b) \bullet \xi^b \equiv \sum_{b \in \{b\}} y_b^r \times \xi_b(b); \quad (31)$$

- удельное водопотребление на орошение сельскохозяйственных культур

$$q^R(\tau) = q^R(\tau) \bullet \xi^r; \quad (32)$$

- удельный доход сельскохозяйственных культур

$$d^R = (y_r \times P^r) \bullet \xi^r; \quad (33)$$

- удельные затраты на выращивание сельскохозяйственных культур

$$c^R = c^r \bullet \xi^r; \quad (34)$$

здесь $y_r(b)$ – удельная продуктивность культуры “r” при бонитете почвы “b”, P^r – вектор фактической стоимости единицы культуры, с учетом вторичной продукции, τ – время внутри одного года, “•” – оператор скалярного умножения.

Полученная система показателей (22)-(34) совместно с шестью векторами распределения (17) и (19)-(21) завершает компоновку территории орошения и устанавливает недостающие связи между компонентами, определяющими функционирование всей зоны планирования. Эта система является *базовой* для дальнейших исследований, поскольку она позволяет с одной стороны достаточно строго определить текущее состояние любой территории орошения, а с другой – сравнивать параметры разных орошаемых территорий с различными характеристиками поверхности почвы, оросительных и коллекторно-дренажных систем, а также оценивать степень влияния изменений отдельных элементов на комплексное изменение ее функционирования.