

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)

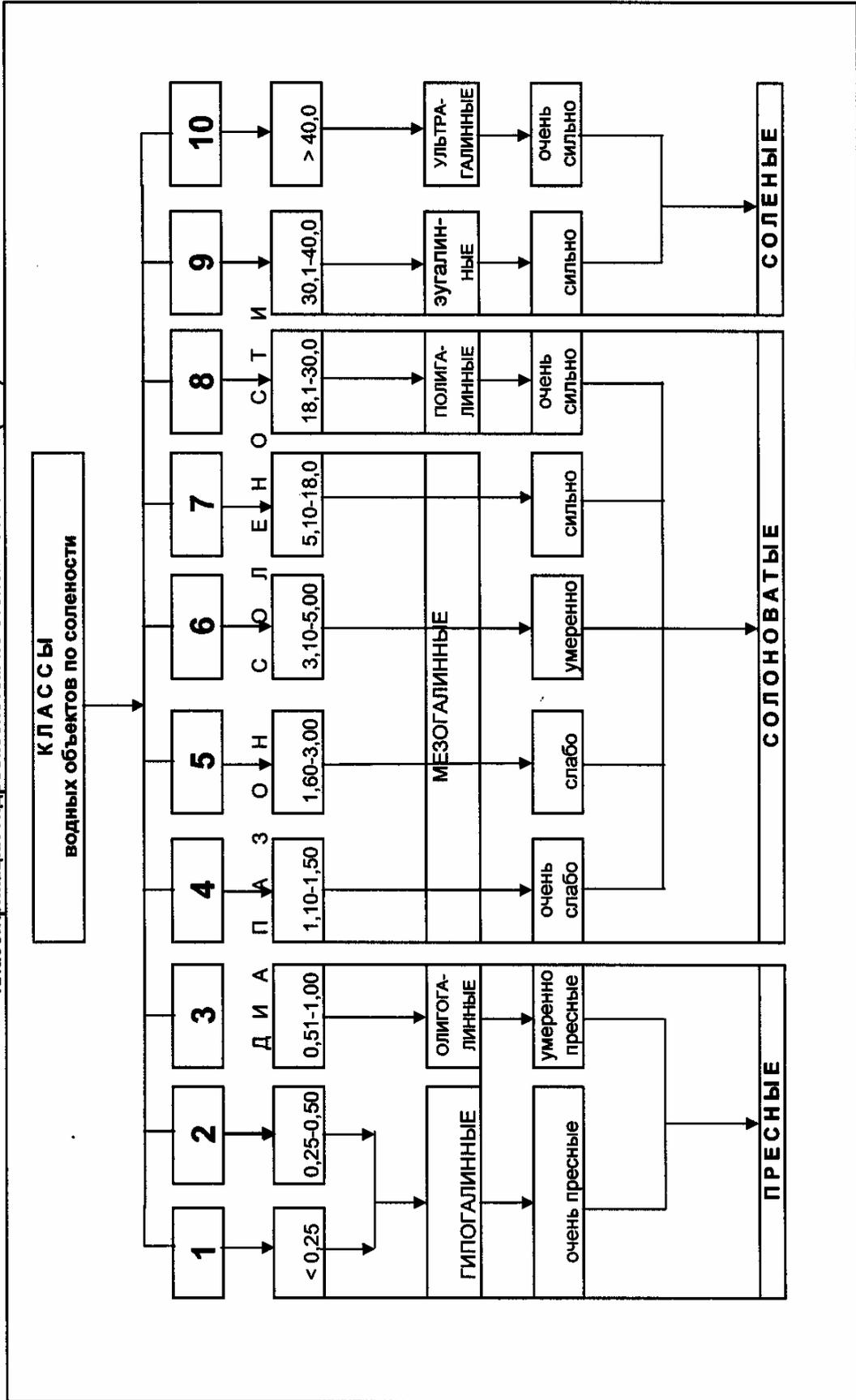


Таблица 2

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. Малоприспособлена для питьевого водопользования. Удовлетворительная для орошения. Пригодна 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 дренажностью.
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										Коли-индекс (КИ), ШТ/ДМ ³
			Группа А					Группа Б			Группа В		
			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	Удовлетворительное. Требуется обработка воды до норм стандарта.	Пригодное для выращивания отдельных видов рыб.	Пригодное для почв с хорошей дренажностью.
IV	Малодовлетворительное. 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-