

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки)

Водоснабжение городов и промышленных предприятий

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Оценка и нормирование качества воды поверхностных
источников водоснабжения»

Студент

И.В. Королева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

В.А. Селезнев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Руководитель программы

к.т.н., доцент В.М. Филенков

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент В.М. Филенков

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И НОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)	5
1.1 Общие системы оценки качества вод	5
1.2 Отечественные оценки качества вод по химическим показателям	9
1.3 Оценка и нормирование качества природных вод за рубежом	17
1.4 Выводы по 1 главе	23
ГЛАВА 2 КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПО ДЕЙСТВУЮЩИМ НОРМАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ	25
2.1 Экологическое состояние и качество воды Куйбышевского водохранилища	25
2.2 Определение принципиальной схемы очистки воды	47
2.3 Выводы по 2 главе	60
ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ГОСТ 2761-84 «ИСТОЧНИКИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ»	62
3.1 Введение дополнительных критериев оценки качества воды с учетом возросшей антропогенной нагрузки на водные объекты	62
3.2 Определение критериев с учетом сезонных изменений качества воды	71
3.3 Выводы по 3 главе	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	75

ВВЕДЕНИЕ

Водоснабжение служит очень важной областью техники, которая устремлена на улучшение жизни людей, благоустройство городов, усовершенствование промышленности и развитие сельского хозяйства. Обеспечение людей водой нормативного качества имеет важное социальное и санитарно-гигиеническое значение.

За последние 10 лет качество поверхностных источников водоснабжения значительно ухудшилось. По материалам российских специалистов, нагрузка на Волгу в восемь раз больше, чем нагрузка на воды в среднем по стране. Естественно, это пагубно влияет на экологию водной жемчужины России. Большое отрицательное воздействие в процедуру загрязнения включают ливневые стоки, из-за них различные масла и остальные нефтепродукты сразу попадают в Волгу, также бесхозные стоки и т.д. Водная стратегия РФ [17] на сегодняшний день подтверждает, что из-за антропогенной нагрузки большинство водоемов России деградируют, качество воды каждым годом только ухудшается, но их все равно нужно использовать как источники водоснабжения.

Целью работы является разработка рекомендаций по совершенствованию существующей системы оценки и нормирования качества воды поверхностных источников водоснабжения.

Для того, чтобы достичь цели нужно решить следующие **задачи**:

1. Анализировать существующей системы оценки и нормирования качества воды;
2. Классифицировать поверхностный источник водоснабжения по действующим нормативным документам;
3. Разработать рекомендации по совершенствованию ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения».

Актуальность работы заключается в недетализированной оценке качества поверхностных вод и по итогу неполучение воды требуемого качества.

Научная новизна заключается в совершенствовании классификации качества поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, после чего мы сможем улучшить качество хозяйственно-питьевого водоснабжения, что и является практической значимостью работы.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И НОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

1.1 Общие системы оценки качества вод

По определению ГОСТ Р 51871-2002 "Устройства водоочистные", питьевая вода - это вода, по своему качеству в естественном состоянии или после подготовки отвечающая гигиеническим нормативам СанПиН 2.1.4.1074-01 [2] и предназначенная для удовлетворения питьевых и бытовых потребностей человека либо для производства продукции для потребления человеком (пищевых продуктов, напитков или иной продукции).

В самом общем смысле термин **загрязнение** обозначает любое изменение природной среды в неблагоприятную сторону, вызванное деятельностью человека. Более конкретно: загрязнение воды – это попадание в воду различных типов сбросов, локальных или рассеянных, которые добавляют в среду либо калории (тепловое загрязнение), либо минеральные или органические вещества (химическое загрязнение), либо патогенные микроорганизмы (микробиологическое загрязнение).

В любом случае вода, подаваемая потребителю через сеть распределения, должна быть обработана до качества **питьевой**, т.е. **соответствовать требованиям (нормам)**, действующим по отношению к воде, предназначенной для потребления человеком, даже если непосредственно для питьевых целей расходуется лишь малая ее доля. Действительно, экономически невыгодно устраивать двойную сеть распределения: один водопровод для питьевой воды, а другой – для воды более низкого качества, предназначенной на другие нужды. Следует также учесть высокий риск ошибочных и перекрестных соединений.

Следовательно, необходимо подвергать воду обработке в каждом случае, когда хотя бы один из анализируемых показателей превышает действующие в данной стране нормы. Всемирная организация

здравоохранения (ВОЗ) установила рекомендации для каждого показателя, которые могут быть адаптированы в каждой стране в зависимости от санитарного состояния и экономических условий для включения в национальные законодательные нормы [13].

Нормирование качества воды состоит в установлении для воды водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта [1, с. 8].

К хозяйственно-питьевому водопользованию относится использование водных объектов или их участков в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для снабжения предприятий пищевой промышленности. В соответствии с санитарными правилами и нормами [2], питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства [3, с. 15].

К культурно-бытовому водопользованию относится использование водных объектов для купания, занятия спортом и отдыха населения. Требования к качеству воды, установленные для культурно-бытового водопользования, распространяются на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест, независимо от вида их использования объектами для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

Рыбохозяйственные водные объекты могут относиться к одной из трех категорий:

К высшей категории относят места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных видов рыб и других промысловых водных организмов, а также охранные зоны хозяйств любого типа для разведения и выращивания рыб, других водных животных и растений;

К первой категории относят водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

Ко второй категории относят водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей [3, с. 20].

Существующие оценки качества вод:

- **химические оценки** на основе предельно допустимых концентраций (ПДК) (по одному веществу); «существуют ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДКв) и рыбохозяйственного назначения (ПДКвр)» [4];

- **оценки по группе химических веществ на основе индекса загрязнения воды (ИЗВ)**. «Индекс загрязненности (качества) воды - это относительная числовая величина, количественно и однозначно характеризующая разнородную совокупность компонентов и соединений химического состава поверхностных вод» [20].

- **биологические методы оценки качества вод.**

С помощью биологических методов возможно фиксировать сразу загрязнение воды с разнообразными веществами от низшего уровня до опасных уровней на значительных территориях, также возможно проводить экологическое зонирование больших территорий по зонам загрязнения.

Плюсами биологических методов является их простота и доступная стоимость оборудования, которое нужно для использования установленных физико-химических и физических методов. Они не нуждаются в пробоподготовке и в выделении конкретного соединения. С их помощью возможно проводить анализ вод в экспедициях на месте отбора проб. С их помощью возможно оценить уровень загрязнения и общую токсичность для живых обитателей и уместность дальнейшего подробного анализа другими методами, которые являются более сложными и дорогостоящими.

О качестве воды и о уровне ее загрязнения можно судить по видовому составу, соотношению видов или состоянию некоторых видов в экосистеме

(методы биоиндикации), также можно судить по реакциям лабораторных подопытных организмов, которые помещаются в рассматриваемую среду (методы биотестирования). Эти организмы должны быть известными и свободно культивироваться в лаборатории.

«Биологические методы основаны на том, что для жизнедеятельности – роста, размножения и функционирования живых организмов – необходима среда строго определенного химического состава. При изменении химического состава среды обитания организм через какое-то время, иногда практически сразу подаст соответствующий ответный сигнал» [11].

- микробиологические методы оценки качества вод.

Оценку микробиологического состава воды осуществляют по санитарно-микробиологическим показателям и санитарно-химическим.

Санитарно-микробиологические показатели по которым оценивается безвредность воды достаточно разнообразны, это колиформные бактерии (E coli, цитробактер, клебсиелы, энтеробактер), а так же общее микробное число.

Присутствие этих микроорганизмов в питьевой воде должно соответствовать требованиям, которые указаны в таблице 1.1 [2].

Таблица 1.1 – Микробиологические показатели питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50
Колифаги	Число бляшкообразующих единице в 100 мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий	Число цист в 50л.	Отсутствие

Общее микробное число допускает получить представление о массивности бактериального загрязнения воды.

Если в воде обнаруживаются общие колиформные бактерии и колифаги, то ее проверяют на патогенную микрофлору и энтеровирусы. Санитарно-микробиологические показатели считаются главными показателями эпидемиологической безопасности воды.

- ориентировочные допустимые уровни (ОДУ).

Ориентировочный допустимый уровень химического вещества в воде (ОДУ) — временный гигиенический норматив, разрабатываемый на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применяемый только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями.

1.2 Отечественные оценки качества вод по химическим показателям

В Российской Федерации качество питьевой водопроводной воды должно удовлетворять требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [2].

- *«Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДКв) — это максимальная концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования»* [4].

- *Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемая для рыбохозяйственных целей - (ПДК_{вр} или ПДК_{р/х}) — это концентрация вредоносного вещества в воде, не оказывающая пагубного действия на популяции рыб, в том числе промысловых. На сегодняшний день эту ПДК чаще всего именуют эколого-рыбохозяйственным нормативом, определяя ее на системном биологическом уровне* [4, с.23].

ПДК химического вещества в водных объектах устанавливаются на основании наименьшей пороговой величины, определяемой опытным путем по влиянию на органолептические свойства, санитарный режим водоема и токсические эффекты.

Предельно допустимая концентрация вещества в воде устанавливается:

а) для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДКв) с учетом трех показателей вредности - органолептического; общесанитарного; санитарно-токсикологического.

б) для рыбохозяйственного водопользования (ПДКвр) с учетом пяти показателей вредности - органолептического; санитарного; санитарно-токсикологического; токсикологического; рыбохозяйственного.

Органолептический показатель вредности характеризует способность вещества изменять органолептические свойства воды. Общесанитарный - определяет влияние вещества на процессы естественного самоочищения вод за счет биохимических и химических реакций с участием естественной микрофлоры. Санитарно-токсикологический показатель характеризует вредное воздействие на организм человека, а токсикологический - показывает токсичность вещества для живых организмов, населяющих водный объект. Рыбохозяйственный показатель вредности определяет порчу качеств промысловых рыб [3, с. 32].

Наименьшая из безвредных концентраций по трем (пяти) показателям вредности принимается за ПДК с указанием лимитирующего показателя вредности.

Рыбохозяйственные ПДК должны удовлетворять ряду условий, при которых не должны наблюдаться:

- гибель рыб и кормовых организмов для рыб;
- постепенное исчезновение видов рыб и кормовых организмов;
- ухудшение товарных качеств обитающей в водном объекте рыбы;
- замена ценных видов рыб на малоценные [3, с. 40].

На качество природных вод воздействуют антропогенные и природные факторы.

«Пригодность источника для хозяйственно-питьевого водоснабжения устанавливается на основе:

- санитарной оценки условий формирования и залегания вод подземного источника водоснабжения;
- санитарной оценки поверхностного источника водоснабжения, а также прилегающей территории выше и ниже водозабора по течению воды;
- оценки качества и количества воды источника водоснабжения;
- санитарной оценки места размещения водозаборных сооружений;
- прогноза санитарного состояния источников» [4].

Состав воды пресноводных подземных и поверхностных источников водоснабжения должен соответствовать следующим требованиям: сухой остаток не более 1000 мг/дм (по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается до 1500 мг/дм³), концентрации хлоридов и сульфатов не более 350 и 500 мг/дм³ соответственно, общая жесткость не более 7 моль/м (по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается до 10 моль/м³), концентрации химических веществ (кроме указанных в таблице) не должны превышать ПДК для воды хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, а также норм радиационной безопасности, утвержденных Министерством здравоохранения [5].

«В зависимости от целей назначения воды формируются различные критерии качества вод: гигиенический, экологический, экономический, рыбохозяйственный» [6].

Гигиенический критерий – критерий качества воды, который учитывает эпидемиологическую, токсикологическую, радиоактивную безвредность воды и присутствие наилучших свойств для здоровья живых организмов [7].

Экологический критерий – критерий, который принимает во внимание условия стабильного функционирования водно-экологической системы [7].

Экономический критерий – критерий, который учитывает эффективность использования водного объекта [7].

Рыбохозяйственный критерий – критерий качества, который принимает во внимание, то что вода пригодна для жизни и развития промысловых рыб и промысловых водных организмов [7].

«Если в воде источников водоснабжения химических веществ, которые относятся к 1-му и 2-му классам опасности с одинаковым лимитирующим показателем вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из веществ в воде к их ПДК не должна быть более 1» [5].

Расчет ведется по формуле:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

где $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ – выявленные концентрации, мг/дм³.

В зависимости от качества воды и требуемой степени обработки для доведения ее до показателей [8] водные объекты, пригодные в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, делят на 3 класса [5].

Показатели качества воды источников водоснабжения указаны в таблице 1.2.

Для оценки качества воды в месте предполагаемого водозабора должны быть представлены анализы проб, отбираемых ежемесячно не менее чем за последние 3 года.

«1-й класс - для того чтобы приобрести воду, которая будет соответствовать требованиям [8], необходимо производить обеззараживание, фильтрование с коагулированием или без него;

2-й класс – для того чтобы приобрести воду, которая будет соответствовать требованиям [8], необходимо: коагулирование,

отстаивание, фильтрование, обеззараживание; если присутствует фитопланктон, то применяют микрофильтрование;

3-й класс – для того чтобы довести воду до требований [8], используют методы обработки, которые применяются во 2-м классе, но используют дополнительные – это добавочная ступень осветления, применение окислительных и сорбционных методов, а также более эффективных методов обеззараживания и т.д.» [5].

Таблица 1.2 – Показатели качества воды источников водоснабжения

Наименование показателя	Показатели качества воды источника по классам		
	1	2	3
Поверхностные источники			
Мутность, мг/дм ³ , не более	20	1500	10000
Цветность, градусы, не более	35	120	200
Запах при 20 и 60 °С, баллы, не более	2	3	4
Водородный показатель (рН)	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
Железо (Fe), мг/дм ³ , не более	1	3	5
Марганец (Mn), мг/дм ³ , не более	0,1	1,0	2,0
Фитопланктон, мг/дм ³ , не более	1	5	50
кл/см ³ , не более	1000	100000	100000
Окисляемость перманганатная, мгО/дм ³ , не более	7	15	20
БПК _{полное} , мгО ₂ /дм ³ , не более	3	5	7
Число лактозоположительных кишечных палочек в 1 дм ³ воды (ЛКП), не более	1000	10000	50000

Примечание. Количество одноклеточных организмов оценивается в кл/см³, пленчатых и нитчатых - в мг/дм³.

Нормирование качества воды поверхностных источников водоснабжения осуществляется такими главными нормативными документами как [2], [19].

Эти санитарные правила и нормы устанавливают гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного водоснабжения. Нецентрализованным водоснабжением является

использование для питьевых и хозяйственных нужд населения воды подземных источников, забираемой с помощью различных сооружений и устройств, открытых для общего пользования или находящихся в индивидуальном пользовании, без подачи ее к месту расходования [4].

Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям.

«Нормируются такие микробиологические показатели как:

- термотолерантные колиформные бактерии;
- общие колиформные бактерии,
- общее микробное число,
- колифаги,
- споры сульфитредуцирующих клостридий,
- цисты лямблий» [4].

Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по обобщенным показателям и содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение.

«Нормируемыми обобщенными показателями качества питьевой воды являются:

- водородный показатель,
- общая минерализация (сухой остаток),
- жесткость общая,
- окисляемость перманганатная,
- нефтепродукты, суммарно,
- поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные,
- фенолы» [4].

Методы оценки качества вод.

Существуют комплексные, интегральные и дифференциальные методы оценки качества вод [9].

«Критерий качества воды может быть задан одним из способов:

1) одним признаком (показателем) – дифференциальный метод оценки качества воды. Например, минерализация или оценке минеральных вод;

2) несколькими признаками (несколькими показателями), комплексный метод оценки качества воды. Например, рН, мутность, общая жёсткость, железо, марганец, перманганатная окисляемость, микробиологические показатели воды;

3) формулой, связывающей содержание компонента в воде с его нормой - интегральный метод оценки качества воды, например, ХСУПДК» [9].

Контроль качества воды - проверка соответствия показателей качества воды установленным нормам и требованиям [7]. Контроль проводят путем сравнения показателей качества воды с нормативными показателями. Например, нормативными показателями качества питьевой воды представляются предельно допустимые концентрации веществ в воде. Таким образом определяется по какому показателю качества воды ПДК, полученные экспериментальным путем, какого - либо водоема превышают нормативные ПДК [10]. И делается вывод о соответствии или несоответствии рассматриваемого водоема нормам.



Рисунок 1.1 – Схема получения анализа воды

Для оценки степени и характера загрязнения природных вод Российской Федерации используют показатели, приведенные в таблице 1.3 [6].

Таблица 1.3 — Важнейшие показатели качества воды в РФ.

Группа показателей	Характеристика показателей
Физические	Цвет, запах, мутность, прозрачность, температура
Химические	Водородный показатель (рН), содержание растворенного кислорода, биохимическая потребность в кислороде (БПК), окисляемость, содержание азота (аммония, нитратов, нитритов), общее солесодержание, концентрации анионов (хлориды, сульфаты, фосфаты) и катионов
Бактериологические	Бактерии группы кишечной палочки, наличие патогенных микроорганизмов
Гидробиологические	Видовой состав гидробионтов, соотношение сапробных и олигосапробных организмов

1.3 Оценка и нормирование качества природных вод за рубежом

Во многих странах контроль за загрязнением обеспечивается сетью мониторинга с использованием датчиков и анализаторов физических и физико-химических параметров, а также наблюдениями за флорой и фауной, нацеленными на обнаружение индикаторных видов, показывающих нормальное состояние среды или же, наоборот, ее разложение (биоиндикаторы).

Страны, являющиеся членами Европейского союза, выполняют **рамочную директиву** (от 23 октября 2000 г.), нацеленную на изучение, восстановление и поддержание экологического состояния поверхностных вод. Во Франции разработка систем оценки качества воды (SEQ) ведется уже с 1992 г. Персоналом выполняется постоянный контроль экологического состояния континентальной водной системы (реки, водоемы, подземные воды, прибрежные воды) на основе биологических, физических и химических показателей (для этого была создана сеть непрерывного мониторинга в национальном масштабе).

Таким образом, реализуются три типа оценки:

- SEQ – физика – гидрологический аспект (потоки воды);
- SEQ – вода – физико-химический аспект;
- SEQ – био – биологический аспект.

На основе эти оценок в дальнейшем будет осуществляться охрана вод в европейском масштабе.

Понятие эвтрофикации в точном смысле неприменимо к рекам, у многих из них проявляются определенные симптомы, особенно это касается обильного развития планктонных водорослей, за которым может последовать массовое разрастание макрофитов (пример во Франции – р. Луара). Чтобы изучать эти проблемы в крупных реках, их подразделяют на отдельные бассейны, к которым применяют прогностические модели с учетом гидрологии, метеорологи, локального и рассеянного притоков

загрязнений. Для озер и водохранилищ одним из приоритетных средств борьбы с загрязнением служит дефосфатация сточных вод.

Что касается процесса **загрязнения рек**, его можно охарактеризовать многими биоиндикаторами. Во Франции, после долгого использования системы **сапробности**, а затем **биотических индексов**, в настоящее время используют стандартные индикаторы:

- **индекс IBGN** (общий стандартный биологический индекс) построен на анализе бентической макрофауны (черви, моллюски, ракообразные, личинки насекомых и др.) и дополнен экспертной системой.

- **индекс IBD** (диатомовый биологический индекс) заключается в анализе бентической флоры диатомовых водорослей (отобранных с любого погруженного субстрата). Этот индекс выражается в баллах от 0 до 20, и по нему водоемы распределяют по пяти классам качества воды.

Вместе с другими показателями (рыбы, макрофиты, птицы и т.д.) эти методы позволяют оценивать: биологическое качество реки и его эволюцию во времени и пространстве; отрицательное воздействие загрязнения путем сравнения индексов выше и ниже по течению от места сброса.

В **Европейском союзе** качество воды определяется директивой, которую все государства, входящие в ЕС, должны затем переносить в национальное законодательство. Первоначально директива была выпущена в 1980 г. и внесена во французское законодательство 3 января 1989 г. Она определяла **нормативные уровни и предельно допустимые концентрации** (ПДК) для 64 показателей качества воды. В обновленной директиве (**98/83/CE**), опубликованной 5 декабря 1998 г. в Официальном журнале европейских сообществ (JOSE) и внесенной во французское законодательство декретом 2001-1220 от 20 декабря 2001 г., были пересмотрены величины ПДК.

Последняя европейская директива закрепляет несколько **параметрических величин** (введение некоторых из них в действие распределено во времени), определяемых по критерию влияния на здоровье

потребителя, по образцу рекомендаций ВОЗ. По сравнению с первоначальной директивой некоторые показатели исключены, другие изменены в сторону ужесточения (Sb, As, Pb, Ni, полициклические ароматические углеводороды и др.), третьи введены впервые (акриламид, В, Ва, бензол, броматы, метаболиты пестицидов и др.; во Франции к ним добавлены хлориты и микроцистин – токсин водорослей). Более того, в этой директиве впервые четко определено, что **нормы должны быть соблюдены в воде, вытекающей из крана потребителя**. Таким образом, не допускается возможности ухудшения качества воды во время ее прохождения через водопроводную сеть [13].

Гигиеническое нормирование качества питьевой воды за рубежом. В Соединенных Штатах федеральные стандарты являются необязательными и несут лишь рекомендательный характер для показателей качества воды, отражающих ее органолептические свойства. Некоторые максимально допустимые уровни химических элементов похожи на российские ПДК. Для определенных веществ, таких как ртуть, свинец, барий и т.д. российские нормативы строже.

Безвредность питьевой воды контролируется в США по присутствию санитарно-показательных микроорганизмов. Нормативы как и российские, рекомендованные ВОЗ.

За рубежом существует несколько постановлений, касающихся питьевого водоснабжения. Одна из которых Директива Совета ЕС 98/83 от 03.11.1998 г. о требованиях к составу и качеству воды. Директива предназначена для воды, которая требуется для потребления человеком и для производства пищевых продуктов. Директива основана на рекомендациях ВОЗ 1994 г. Значительные отличительные особенности нормативов с российскими отсутствуют.

В постановлении ЕС 75/440 от 16.06.1975 г., в котором источники питьевого водоснабжения подразделяются на три класса в зависимости от способов очистки воды и в зависимости от ее качества представлены

требования к поверхностным источникам питьевого водоснабжения. В странах Европейского сообщества разработаны национальные правовые акты - декреты (законы), директивы, постановления как раз на основе вышеизложенных документов.

В государственном французском декрете 2000 г. издания фигурируют требования к поверхностным источникам питьевого водоснабжения, нормативы качества питьевой воды, а также определены юридические операции реализации этих нормативов и требований. Областные законные акты по питьевому водоснабжению формируются на основе правительственного декрета в департаментах. К департаментскому совету коллективной гигиены относится самая важная роль установления областных требований по снабжению здоровой чистой водой населения. Вышеизложенные документы нужны для снабжения населения чистой безвредной водой.

Также в Германии существуют директивы, где представлены требования к качеству питьевой воды. На рекомендациях ВОЗ базируется качество воды, которая используется в питьевых целях и для производства пищевых продуктов. Источники питьевого водоснабжения, согласно директиве, в которой говорится о требованиях к качеству воды делятся на три класса в зависимости от качества воды и способов ее очистки. В таких странах как Венгрия, Болгария, Словакия и т.д. правительственные стандарты качества питьевой воды были разработаны еще в XX веке, полагаясь на ГОСТ «Вода питьевая». Нынешние редакции этих нормативов основываются на Директиве ЕС 1998 г., о которой говорилось ранее.

Очень интересен процесс сравнения норм качества воды России, Европейского Союза, ВОЗ, Национальных норм США и неких зарубежных стран. Допускается сказать, что те же самые показатели качества воды в различных нормативах конкретно различаются между собой (таблица 1.4). В российских нормативных документах для определенных показателей введены предельно допустимые концентрации (ПДК), которые находятся

или за гранью чувствительности применяемых методик, или за гранями возможностей технологий, которые применяются для повышения качества воды. При любом раскладе, с исследованием такой точности смогут совладать в России лишь некоторые хорошо оснащенные лаборатории, которых не так много [14].

Характеристика нормативов США

В Соединенных Штатах Америки показатели качества питьевой воды делятся на следующие группы:

- Государственные первичные стандарты (NPDWP), которые являются обязательными;

- Государственные вторичные стандарты (NSDWP), которые являются необязательными. NSDWP – в дополнении к общегосударственным нормируют показатели качества поверхностных источников, которые оказывают действие на органолептические свойства воды.

Первичные стандарты (NPDWP) делятся на две группы:

- MCLG, показывающий максимальный уровень плохого качества воды, при котором нет никакого вредоносного воздействия на человека, и который учитывает достаточный уровень безопасности. Эти показатели MCLG - не обязательны, но их желательно придерживаться; нормативы MCLG ручаются, что некое незначительное повышение величины загрязняющих веществ выше нормативов MCL не проявляет большого риска для жизни людей;

- MCL, регулирующий наибольший допустимый уровень загрязнения питьевой воды, которая поступает пользователям. Нормативы MCL - необходимы.

«Национальные вторичные стандарты питьевой воды США (NSDWP) включают ПДК, мг/л: алюминий (Al) - 0,05-0,20; хлориды (Cl) - 250,0; железо (Fe) - 0,30; сульфаты (SO_4^{2-}) - 250,0; медь (Cu) - 1,0; пенообразователи - 0,50; марганец (Mn) - 0,05; общая минерализация - 500,0; серебро (Ag) - 0,10; запах - 3 балла; цинк (Zn) - 5,0; цветность - 15

градусов платинокобальтовой шкалы; фториды (F) - 2,0; вода не должна быть коррозионно-опасной» [14].

Таблица 1.4 – Показатели качества воды в разных нормативных документах

Наименование	СанПиН 2.1.4.1074-01 (ранее 2.1.4.55996) и ГН 2.1.5.68998 с доп. №1, 2, 3	Директива Совета Европейского Союза 98/83/ЕС от 03.11.1998 г. Введено в действие с 25.12.1998 г.	Федеральные нормы США. 1998 г. MCLG MCL		ВОЗ. Руководство по контролю качества питьевой воды. 1994 г.
			4	5	
1	2	3	4	5	6
Водородный показатель (рН)	6,0-9,0	> 4,5 ед. * (6,5-9,5 ед. для бутылей и контейнеров)	* * *	* * *	6,5-8,5 ¹⁹
Общая минерализация (сухой остаток), мг/л	1000 (1500) ¹	Удельная электрическая проводимость* 2500 мкСм/см при 20°С (вода не должна быть агрессивной)			
Жесткость общая, ммоль/л ₁₁	7,0 (10,0) ¹	-	-	-	36
Окисляемость перманганатная, мгО/л	5,0	5,0 (не измерять, если есть анализ ООУ)*	-	-	-
Нефтепродукты (суммарно), мг/л	0,10	-	-	-	-
Железо (Fe, суммарно), мг/л	0,30 (1,0) ¹	0,20*	-	-	0,30 ²³
Кадмий (Cd, суммарно), мг/л	0,001	0,005**	0,005	0,005	0,003
Марганец (Mn, суммарно), мг/л	0,1 (0,5) ¹	0,05*	-	-	0,50 (0,1) ²⁴

Как в России, так и за рубежом в последнее время неоднократно слышно о применении для оценки качества поверхностных вод биотестирования. За рубежом используются критерии качества воды для гидробионтов. Данные критерии образуются во временных токсикологических экспериментах. В России проводят хронические эксперименты из-за новостей о постоянном действии пестицидов, тяжелых металлов и т.д.

В Бельгии каждая намеченная проба исследуется примерно по 40 параметрам в государственной системе мониторинга. На Институт гигиены и эпидемиологии Министерства общественного здоровья и семьи возложена ответственность за осуществление этой процедуры.

«Для оценки КБВ рассматривают три главных параметра баланса: БПК₅, процент насыщения растворенного кислорода и содержание аммонийного азота. После того как в пробе установлены вышеизложенные параметры, по каждому параметру по 5-балльной экспертной шкале (балл 1 соответствует значениям кислорода — 91-110 %, БПК₅ — не более 3 мгО₂/л, аммонийного азота — менее 4 мг/л; балл 5 соответствует значениям кислорода — не более 30 и более 130 %, БПК₅ — более 15 мгО₂/л, аммонийного азота — более 5 мг/л) определяют баллы, которые суммируют для получения суммарного значения КБВ. Соответственно качество воды классифицируется от очень хорошего (КБВ = 3-4) до очень плохого (КБВ = 14-15). 5-балльная классификация вод по тяжелым металлам соответствует значениям < 20, < 40, < 60, < 80 и > 80 % среднесуточной концентрации кадмия» [4].

1.4 Выводы по 1 главе

Исходя из проведенного мной литературного обзора, можно сделать вывод, что ни одна из рассмотренных оценок качества воды нам не подходит, так как с их помощью мы можем получить какие-то поверхностные результаты, не наполненные точностью и конкретикой. Мы

не можем наметить дальнейший план действий с такими полученными результатами, например, как: «качество воды неудовлетворительно». Поэтому можно сказать, что ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» хорош, но он требует расширения перечня показателей, и с другой стороны он должен учитывать природно-климатические особенности водных объектов.

ГЛАВА 2 КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПО ДЕЙСТВУЮЩИМ НОРМАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ

2.1 Экологическое состояние и качество воды Куйбышевского водохранилища

На данный момент времени в бассейне реки Волги находится примерно 45% промышленного и около 50% сельского производства России. Из ста городов России, шестьдесят пять городов, имеющих максимально грязная атмосфера, находятся в бассейне Волги. Количество нечистых стоков, отведенных в бассейны региона, оказалось 38% от общероссийского.

По материалам российских специалистов, нагрузка на Волгу в восемь раз больше, чем нагрузка на воды в среднем по стране. Естественно, это пагубно влияет на экологию водной жемчужины России. Директор Института экологии Волжского бассейна РАН Геннадий Розенберг сказал: «Чаще всего, загрязнение Волги происходит из-за бесхозных стоков». «Организованные стоки, которые относятся к большим предприятиям, сейчас оказывают минимум опасности, так как за ними легче устроить проверку», - говорит директор Института экологии.

Большое отрицательное воздействие в процедуру загрязнения включают и ливневые стоки, из-за них различные масла и остальные нефтепродукты сразу попадают в Волгу.

В максимально плачевных условиях из-за промышленных стоков оказываются малые реки бассейна реки Волги. Именно в Нижнем Новгороде их имеется около 12. Из них самой загрязненной была признана река Ржавка. Сотрудники экологического движения «Поможем реке» считают, что реки города уже «мертвые», на их берегах наблюдаются огромные мусорные залежи от близлежащих гаражных массивов, также в

них проникают стоки от предприятий, находящихся близко к поверхностными водами.

В 2009 году поздней весной участники природоохранной организации «Зеленый патруль» сказали о вероятно приближающейся экологической опасности бассейну реки Волга в Саратовской области, так как в период весеннего половодья есть огромная вероятность проникновения отравляющих дорожных реагентов в ее воды.

В пределах проекта «Великие реки России», экологами были собраны различные данные по исследованию положения рек в Саратовской и Самарской областях. Как выяснилось, на берегу водоема Линевого озера в городе Балаково «черный снег» складировали прямо на берегу, на расстоянии 12 метров от воды. Концентрация допустимых норм ядовитых веществ в снеге была выше допустимых уровней от 7 до 50 раз [34, с.98].

Более того, экологическая ситуация усугубляется тем, что в конце строительства водохранилищ на Волге сразу поменялся природный режим реки и экология водоемов. Волжский каскад гидроэлектростанций, состоящий из восьми плотин, преобразовал Волгу в ряд стоячих озер-водохранилищ, совсем сорвав тем самым известный ход реки. По показателям специалистов процессы самоочищения Волги, воду которой еще в 50-е годы прошлого столетия еще можно было считать питьевой, снизились в десятки раз, в результате чего она стала антисанитарным водоемом на больших расстояниях.

На данный момент в реке находится далеко не одна тонна химических веществ, большинство которых являются токсичными. Донные и взвешенные наносы, которые идут с бассейна и пойменные и заливные земли, сейчас на 90 % останавливаются в водохранилищах и залегают на дне, теряясь безвозвратно и беспощадно загрязняя воду. По аналогии происходит и с теми же 300 миллионами тонн земли, которые ежегодно обрушаются с берегов в воду реки Волги [34, с.45].

Загрязненность волжской воды также отрицательно влияет и на речных жителей – по результатам исследований за 2007 год, количество рыб-мутантов на различных участках реки увеличилось аж до 90%. В 2008 году число врожденных уродств у отдельных популяций мальков достигло 100%. У личинок рыб было обнаружено изменение количества лучей в грудном плавнике. Уловом местных рыбаков в последнее время являются, в основном, черноморские бычки, которые, несмотря на свою способность адаптироваться к неблагоприятной среде, мутируют, обретая несвойственный им черный цвет.

По данным 2005 года, бассейн реки Волги загрязняется 2,4 тысячами затонувших и брошенных плавсредств, в числе которых находятся и нефтеналивные, пассажирские и грузовые суда. Но еще более критическая ситуация образовалась в Астрахани – там, по данным специалистов, располагается около 800 похожих судов. Они являются реальной угрозой экологии реки Волги и ее притоков, поскольку содержат в себе остатки топлива. Также некоторые судов потонули с грузами – которыми очень часто являются ядохимикаты, рано или поздно вымывающиеся и попадающие в воду [34, с. 65].

Наряду с вышеупомянутыми проблемами, глобальной угрозой в бассейне реки остаются инциденты разливов нефтепродуктов. В Черноярском районе Астраханской области в сентябре 2008 года было обнаружено громадное нефтяное пятно, длина которого составляла около километра, а общее количество нефтепродуктов составило 32 кг. Также пятно неизвестного образования длиной где-то 1,7 км и шириной 10 м было найдено в октябре 2008 г. в акватории правого притока Волги – Оке. В результате анализа проб, содержание в воде нефтепродуктов составило 2,4 ПДК.

Также, например, после аварии нефтяного танкера в Самарской области в июле 2009 г. примерно две тонны мазута оказались в водах Волги,

за счет чего в реке образовалось гигантское десятикилометровое мазутное пятно.

Одной из главных проблем Куйбышевского водохранилища является **антропогенное эвтрофирование** – ускорение повышения биологической продуктивности водных объектов в результате хозяйственной деятельности, приводящее к серьезным структурным преобразованиям водных сообществ, усилению развития фотосинтезирующих организмов, что может нередко вызывать «цветение» воды и ухудшение ее качества.

Сине-зеленые водоросли (рисунок 2.1) летом, чаще в июле месяце, распространяются вдоль берегов. Они покрывают около 20-30% водохранилищ и являются настоящей угрозой для Волги, так как они выделяют примерно 300 видов органических веществ, большинство которых являются ядовитыми.



Рисунок 2.1 – Состояние Куйбышевского водохранилища в летние периоды

Так как известно, что биомониторинг на Волге не ведется, из-за отсутствия средств, примерно 200 видов таких веществ даже в настоящее время остаются неизвестными.

Отмершие части водорослей при попадании на дно увеличивают содержание таких химических веществ, как фосфор и азот, и тем самым создают благоприятную среду для собственного самовоспроизведения. В результате, к сожалению, происходит и повторное загрязнение.

Наряду с этим, недостаточно средств выделяется для очистки стоков. По словам экспертов, вода из поверхностного слоя Куйбышевского водохранилища, которая идет на водоснабжение Тольятти, вообще не очищается от вышеупомянутых токсичных веществ.

На международной конференции 2017 г. в г. Казань по антропогенному эвтрофированию водных объектов были зафиксированы следующие данные: **«В период «цветения» пресноводных водоемов биомасса водорослей достигает 1,5-2, кг/м³, а в местах их скоплений до 5-7 кг/м³. В штилевую погоду водоросли собираются в поверхностных слоях воды, где их биомасса достигает 40-50 кг/м³ (в пересчете на сухое вещество, представленное сестоном)»**.

Считается, что незначительная вегетация сине-зеленых водорослей, до 250 г/м³ (в мокрой массе), не оказывает негативного действия на экосистему водоема и даже наоборот оказывает на нее положительное действие, способствуя самоочищению.

Биологическое загрязнение начинает показываться после того, как биомасса водорослей увеличится в разы (до 500 г/м³ и выше). Вследствие чего качество воды изменяется в худшую сторону:

- Изменяется цвет, рН, вязкость, увеличивается показатель мутности, в результате рассеивания и поглощения солнечных лучей водорослями изменяется спектральный состав солнечной радиации, которая проходит через толщу воды.
- В воде начинают образовываться токсические соединения (продукты жизнедеятельности водорослей и разнообразных бактерий) и значительное количество органических веществ, которые являются

питательной средой для различных бактерий. Вода начинает неприятно пахнуть.

- Появляется недостаток растворенного кислорода, расходуемого на дыхание водорослей и на разложение отмершей органической массы. Из-за нехватки кислорода погибают рыбы и другие обитатели (рисунок 2.2), а также замедляются процессы самоочищения и минерализации органического вещества. Вышеперечисленные факты ведут к накоплению в воде огромного количества разнообразных вредных веществ, которые являются опасными для человека (аллергены, токсины, канцерогенные соединения).

- Накопление в воде фенолов, масляной и уксусной кислот, ацетона, трупных ядов, аминов и так далее происходит при разложении и брожении водорослей.

- Все сложнее происходят процессы фильтрации при очистке из-за значительного количества взвесей в «цветущей» воде. Образование накипей и осадков происходит вследствие завышенного показателя концентрации солей в системе технического водоснабжения.

- В тех поверхностных водах, в которых первичная продукция не применяется или применяется не совсем в полной мере организмами, после отмирания фитопланктона скорее всего будет происходить накопление разлагающихся органических веществ и образовываться вторичное загрязнение водоема.

- Окисление органического вещества происходит вследствие оседания на дно отмирающих водорослей. В зимние и летние месяцы может возникать аноксия (бескислородный режим), так как при стратификации водной толщи не начинается процесс обогащения кислородом нижних слоев воды верхними. Химическое положение в придонных слоях и донных осадках отодвигается от окислительных к восстановительным условиям, которые благоприятным образом влияют на выделение из донных осадков токсикантов, к примеру: тяжелых металлов. К возникновению кислородных

дефицитов и рыбных заморов приводит достаточно резкий скачок расходования кислорода разлагающейся органической массой, [29].



Рисунок 2.2 – Массовая гибель рыб

Опасность развития сине-зеленых водорослей связана с их способностью синтезировать **цианотоксины**. Разнообразие выделяемых в воду цианотоксинов велико – до 300 видов органических веществ, многие из них ядовиты.

Цианотоксины повышают токсичность среды обитания, снижают качество воды, оказывают вредное воздействие на водные сообщества, представляют опасность для жизни и здоровья человека и теплокровных животных.

В 2012 г. Центральной специализированной инспекцией аналитического контроля МЭПР РТ и сотрудниками Казанского федерального университета (кафедра прикладной экологии Института экологии и природопользования и кафедра ботаники и физиологии растений ИФМиБ КФУ) были проведены совместные гидробиологический анализ во время максимального развития сине-зеленых водорослей (летне-осенний

период) в Волжском и Волжско-Камском плесах Куйбышевского водохранилища.

Одновременно с выбором гидробиологических проб осуществлялось исследование поверхностных вод при помощи специальной техники судового природоохранного комплекса «Волга-М», которая была установлена на судно.

Во время работы были выявлены общие концентрации свободных (не учитывая внутриклеточные) **микроцистинов** в пробах воды способом иммуносорбентного анализа, используя обычную тест-систему Microcystins/Nodularins, после чего происходит регистрация на иммуноферментном анализаторе УНИПЛАН (АИФР-01) при длине волны 450нм.

Анализ содержания микроцистинов в воде обнаружил превышение нормативов, которые рекомендует Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ).

Концентрация микроцистинов растет с увеличением численности и биомассы вида *M. aeruginosa* в воде.

Еще концентрация микроцистинов увеличивается в связи с отмиранием и разложением этих водорослей, так как микроцистин, которого изготавливает этот вид, освобождается из клетки в воду.

В результате были предоставлены заблаговременные зависимости общего содержания цианотоксинов от численности сине-зеленых водорослей, которые имеют экспоненциальный характер: $y = 0,454 * e^{0,608x}$ ($R^2=0,70$).

Заблаговременные данные дают понять, что наиболее опасное содержание цианотоксинов, которое соответствует 1мкг/л, мы можем видеть уже при численности сине-зеленых водорослей свыше 21 млн.кл/л, что может обозначаться как ориентировочный признак в мониторинге водоемов в период «цветения».

Трофность водоемов

Т.Н. Яценко-Степанова, Н.В. Немцева, М.Е. Игнатенко в своей статье 2014г. на тему «Основные подходы к определению трофности природных водоемов» в электронном журнале «Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН» обозначили, что главным прикладным аспектом гидробиологического анализа служит определение степени трофии водоемов, которую в обязательном порядке принимают при оценке эколого-санитарного состояния водоема и при урегулировании вопроса о его использовании в хозяйственных целях. Так как в связи с увеличивающимся эвтрофированием пресноводных водоемов главное значение получает оценка трофности, что значит положение для совершения своевременных природоохранных действий.

«В основе трофической типизации водных экосистем лежит оценка уровня биопродуктивности, которая является главной функциональной характеристикой водоема» [12]. Вступление биологической классификации водоемов по уровню их полезности было начато в 20-30-х годах XX века, когда было продемонстрировано, что уровень биологической полезности (трофия) в плотную связан с способом забора воды, географическим положением поверхностного источника и рекомендовали распределить водоемы по на **олиго-, мезо- и эвтрофные**.

На нынешнем этапе термин «трофность» означает:

а) величина биомассы и продукции автотрофных организмов водоем;
б) присутствие в водоеме питательных веществ и других условий, необходимых для жизни растений [15].

- К **олиготрофным** относятся водоемы с низкой биологической продуктивностью;

- К **эвтрофным** – с обильным поступлением биогенных веществ и достаточно высокими темпами биологического продуцирования;

- **Мезотрофные** – занимают среднюю позицию между олиготрофными и эвтрофными.

«Таким образом, **эвтрофирование водоемов (эвтрофикация)** означает повышение уровня первичной продукции вод благодаря увеличению в них концентрации биогенных элементов (главным образом азота и фосфора) под действием антропогенных или естественных факторов» [26].

Основополагающая стратегия в борьбе с «цветением» - сокращение поступления фосфора в поверхностные воды и снижение его биодоступности (рисунок 2.3)



Рисунок 2.3 – Схема сокращения поступления фосфора в поверхностные воды и снижения его биодоступности

«Повышение до определенного уровня первичной продукции при эвтрофикации водоемов создает основу для развития более богатой кормовой базы рыб и других гидробионтов и способствует увеличению их численности; затем качество воды может ухудшиться: возникает ее «цветение», зарастает прибрежная зона, уменьшаются прозрачность и содержание кислорода. Высокая степень эвтрофирования приводит к заморам рыб и других гидробионтов» [27].

В данный момент отнесение природных вод к одному из трофических типов производится на основе следующих критериев:

- физических характеристик;
- химических характеристик;

- биохимических характеристик;
- биологических характеристик;
- показателей функционирования экосистемы.

Если рассматривать физические показатели, то при оценке трофности берется во внимание примерный параметр – прозрачность воды, который является достаточно простым.

Биомассу фитопланктона, средние за сезон величины и характер сезонной динамики относят к биологическим критериям уровня трофии [16]. Показателем биомассы фитопланктона является содержание хлорофилла в планктоне.

Из химических показателей применяют концентрацию биогенных веществ. Исследования, которые были направлены на изучение эвтрофирования водоемов, доказали, что главную роль в процессе эвтрофирования играют азот и фосфор, а также очень важным является соотношение азота и фосфора в воде водоема.

«Так как в качестве главного критерия трофии служат развитие **фитопланктона** и условия, определяющие это развитие, то к этим условиям в первую очередь относятся поступление из любых источников (антропогенных, техногенных, автохтонных и др.) биогенных веществ, доступных для водорослей и высших водных растений, а также динамические процессы, отражающие водообмен (проточность) и условия перемешивания. Из биогенных элементов фосфор первоначально рассматривался как основной фактор, регулирующий развитие пресноводного фитопланктона. Однако не менее важную роль в развитии водорослей играет и азот, присутствие которого, в частности, определяет биологическое потребление фосфора» [18].

В общем виде соотношение $N_{\text{мин}}:P_{\text{мин}}$ можно рассматривать в качестве показателя интегральной антропогенной нагрузки (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Характеристика водохранилищ Волжского каскада по трофности и классности качества вод [21,22].

Водохранилища	$N_{мин}:P_{мин}$	$N_{мин}:P_{мин}$	Трофность по хлорофилу «А»	Класс качества воды
1.Иваньковское	16	16	эвтрофное	IV
2. Угличское	26	26	мезотрофное	III
3. Рыбинское	32		мезотрофно-эвтрофное	IV, V
3а. Шекснинское			мезотрофное	III
4. Горьковское	20	24	эвтрофное	IV
5. Чебоксарское	11	4	эвтрофное	IV, V
6. Куйбышевское	32	38	мезотрофно-эвтрофное	III, IV
7. Саратовское	21	8	мезотрофное	IV, V
8. Волгоградское	18	29	мезотрофное	III, IV

- 3-й класс качества вод соответствует водам "удовлетворительной чистоты".

- 4-й класс качества вод соответствует "загрязненным водам" с большой антропогенной нагрузкой.

- 5-й класс качества вод рассматриваются как "грязные", со значительным количеством органических веществ.

Все вышеизложенное является одной из самых актуальных экологических проблем в мире. Проблема эвтрофирования природных вод и связанная с ней проблема «цветения» водорослей актуальна не только в России.

«Также спектр **органических примесей** очень широк. Содержание органических веществ в воде оценивается по методикам определения окисляемости воды (**перманганатная окисляемость, ХПК**), биохимической потребности в кислороде (**БПК₅**), содержания

органического углерода, а также поглощения в ультрафиолетовой области» [14].

«**Окисляемость перманганатная** измеряется в мгО/л, если учитывается масса иона кислорода в составе перманганата калия, пошедшего на окисление «органики», или мг KMnO_2 /л, если оценивается количество перманганата калия, пошедшего на окисление (таблица 2.2)» [14].

Таблица 2.2 – Характеристика вод по перманганатной окисляемости

Величина окисляемости	Единица измерения, мгО/л
Очень малая	До 4
Малая	Более 4 до 8
Средняя	Более 8 до 12
Высокая	Более 12 до 20
Очень высокая	Более 20

«**Окисляемость бихроматная**, мгО/л, называемая также химической потребностью в кислороде (ХПК) - показатель, предоставляющий наиболее верное представление о содержании в воде органических веществ, так как при определении ХПК окисляется около 90% органических примесей, а при определении перманганатной окисляемости – 30-50%» [14].

«При анализе ХПК наиболее надежные результаты получаются при $\text{ХПК} = 300-600$ мгО/л. При этом анализе окисляются ионы Br^- , I^- , NO_2^- , некоторые соединения серы и др.» [14].

Таблица 2.3 – Характеристика вод по бихроматной окисляемости

Степень загрязнения (класс чистоты)	ХПК, мгО/л
Очень чистая	1
Чистая	2
Умеренно загрязненная	3
Загрязненная	4
Грязная	5-15
Очень грязная	Более 15

Биохимическая потребность в кислороде (БПК₅, БПК_{полн}), мгО₂/л.

«Биохимическая потребность в кислороде (БПК) – показатель, определяемый при окислении «органики» природных вод не химическими веществами, а биохимическими воздействиями в аэробных условиях. Чаще определяют биохимическое потребление кислорода за пять суток – БПК₅, и, как правило, этот показатель в поверхностных водах находится в пределах 0,5-4,0 мг/О₂/л» [14].

«При определении БПК₅ (температура воды 20°С, рН = 6-8, обеспечен достаточный доступ кислорода к пробе воды) окисляется примерно 70% легкоокисляющихся органических веществ, а 10-20 сут. – соответственно 90 и 99% (как правило, но не всегда). Поэтому, когда определяют БПК_{полн}, имеют в виду, что процесс окисления длится 15-20, в редких случаях – до 35 сут.» [14].

Таблица 2.4 – Характеристика вод по БПК₅.

Степень загрязнения (класс чистоты)	БПК₅, мгО₂/л
Очень чистая	0,5-1,0
Чистая	1,1-1,9
Умеренно загрязненная	2,0-2,9
Грязная	3,0-3,9
Очень грязная	4,0-10,0
	Более 10,0

Современное состояние Куйбышевского водохранилища

В целом современное состояние Куйбышевского водохранилища по таким показателям как БПК₅, перманганатная окисляемость, фитопланктон показано в отчете по качеству поверхностных вод Куйбышевского водохранилища за период с 01.01.2017 г. по 31.12.2017 г. (таблица 2.5), который составлен на основании лабораторных исследований Центра аналитического контроля качества воды ООО «АВК», аттестат аккредитации №РОСС RU.0001.519028.

Таблица 2.5 – Отчёт по качеству **природной поверхностной воды** Куйбышевского водохранилища за период с 01.01.2017 г. по 31.12.2017 г. точка отбора проб - цех ОСВ ООО «АВК» по нескольким показателям.

№п/п 1	Наименование показателей 2	Единица измерения 3	ПДК 4	Количество анализов 5	Концентрация			НД на методику измерения 9
					Min 6	Max 7	Среднее 8	
1	Окисляемость перманганатная	мг/дм ³	≤ 7	383	4,9	9,2	7,2	ПНД Ф 14.1:2:4.154
2	Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	мгО ₂ /дм ³	2	2	менее 0,5	0,62	менее 0,5	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123
3	Фито- планк- тон	диатомовые	1000	54	менее 1	61	3	-
		сине- зелёные			менее 1	46	2	
		зелёные			менее 1	6	1,3	

На основании химического анализа проб воды по органическим показателям, который осуществлялся в лаборатории Института экологии Волжского бассейна РАН ежемесячно в период 2000-2016 гг. можно увидеть внутригодовые изменения концентрации ПО и ХПК (рисунки 2.4, 2.5).

Наибольшие средние месячные значения наблюдаются в летнюю межень (июль), в пик цветения воды, наименьшие – в зимнюю межень. За счет цветения воды перманганатная окисляемость увеличивается на 10-15%.

Среднее годовое значение ХПК составляет 25,3 мг/дм³. Средние месячные значения изменяются в пределах 22,9-27,3 мг/дм³, максимальные – 28,9-38,7 мг/дм³, минимальные – 9,5-16,9 мг/дм³. Временные изменения концентрации ХПК имеют ярко выраженный сезонный ход (рисунок 2.5). Наибольшие средние месячные значения наблюдаются в летнюю межень (июль), в пик цветения воды, наименьшие – в зимнюю межень. За счет цветения воды ХПК увеличивается на 6-8%.

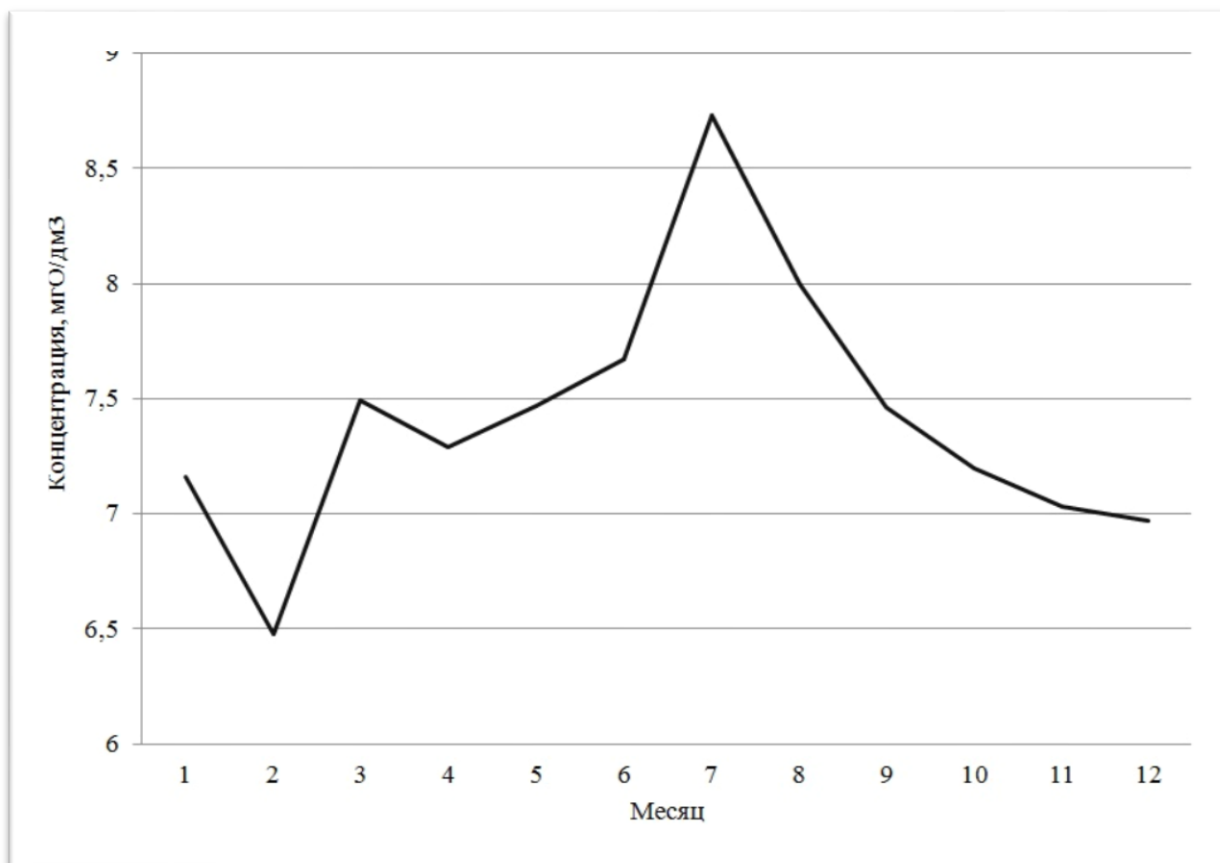


Рисунок 2.4 – Внутригодовые изменения концентрации ПО

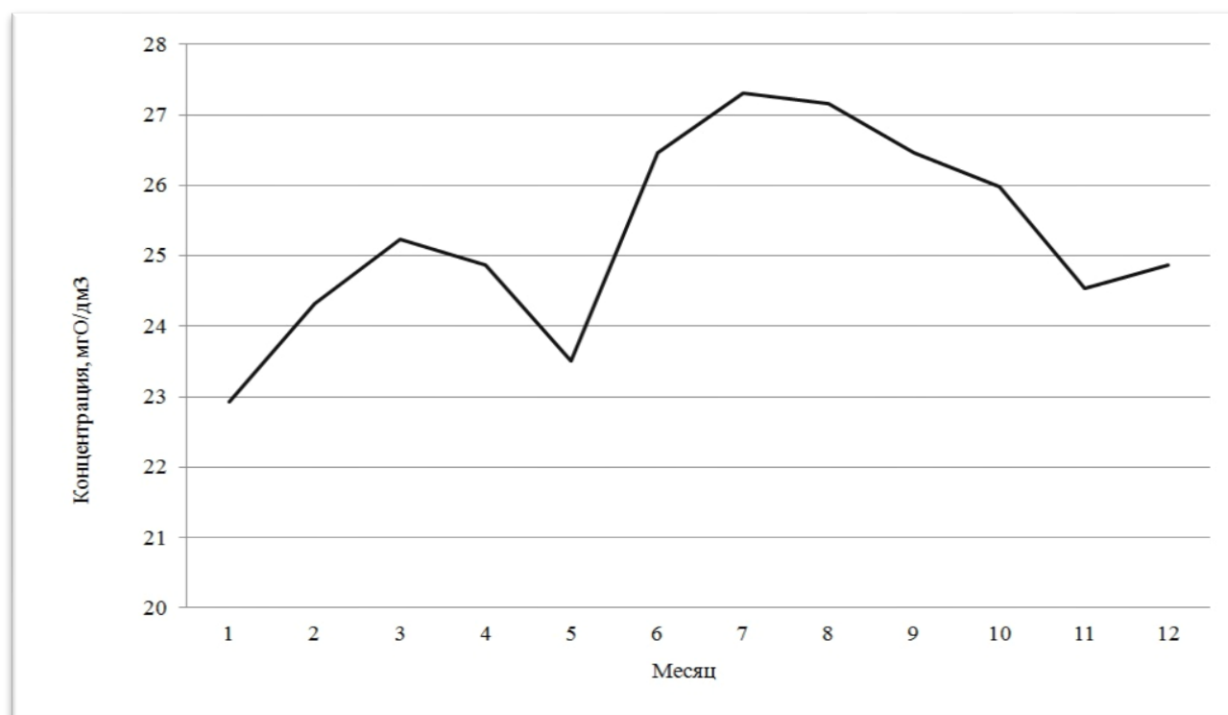


Рисунок 2.5 – Внутригодовые изменения концентрации ХПК

В таблице 2.5 представлены среднегодовые значения и если сравнивать их с нормативными из [10], то можно сделать вывод что все не так плохо. Но ведь самым неблагоприятным сезоном является лето, когда происходит активное «цветение» воды и цианобактерии достигают наибольшего развития. Поэтому очень важно показать какими же будут показатели из таблицы 9 именно в летний период.

Для сравнения были использованы данные экспедиционных исследований трех лабораторий Института экологии Волжского бассейна РАН, проведенные в 2017 гг. на научно-исследовательском судне «Биолог» в Куйбышевском водохранилище общей продолжительностью 20 судосудок. Одна из экспедиций состоялась в период половодья с 21 по 30 июля, вторая с 25 июля по 3 августа в период летней межени.

Основной задачей экспедиции являлась оценка современного состояния, наиболее важных механизмов и особенностей пространственно-временного распределения абиотических и биотических компонент экосистемы Куйбышевского водохранилища. Исследованиями была охвачена акватория четырех плесов Куйбышевского водохранилища от створа г. Ульяновск до створа плотины Жигулевской ГЭС. Дополнительно была обследована обширная акватория Черемшанского залива. Наблюдения проводились на 10 створах по 22 вертикалям в первую и вторую экспедиции. Результаты данных экспедиций приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Статистические характеристики некоторых гидрохимических показателей

Характеристика	Экспедиция - 21-30.06.17					
	<i>СКО</i>	<i>СРЕД</i>	<i>Сv %</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>S-размах</i>
ПО, мг/л	1,40	9,813	14,3	12,2	6,56	5,64
БПК5, мг/л	1,37	2,865	47,9	6,75	1,44	5,31
	Экспедиция - 25-03.08.17					
Характеристика	<i>СКО</i>	<i>СКО</i>	<i>СКО</i>	<i>СКО</i>	<i>СКО</i>	<i>СКО</i>
ПО, мг/л	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78
БПК5, мг/л	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79

Также по результатам экспедиции института Экологии на рисунках 2.6 и 2.7 изображены картины пространственного распределения биомассы фитопланктона (хлорофилла «а»), построенные по результатам детальных измерений в выбранных створах наблюдений.

Формирование зон интенсивного развития фитопланктона начинается в верхней части Черемшанского залива, левобережной пойме и в Приплотинном плесе (рисунок 2.6). В период половодья максимальная концентрация хлорофилла «а» составляет 15,0-98,0 мкг/л. Самая низкая фотосинтетическая активность отмечена в русловой части Ульяновского и Новодевичьего плесов водохранилища, где концентрация хлорофилла «а» ниже 15,0 мкг/л.

В период летней межени зона «цветения» существенно увеличивается и полностью покрывает Черемшанский залив и половину Новодевичьего плеса (рисунок 2.7). В этой зоне концентрация хлорофилла «а» достигает 17,28-134 мкг/л. В русловой части Ульяновского и Новодевичьего плеса фотосинтетическая активность была значительно ниже, где концентрация хлорофилла «а» менялась в пределах 2,93-11,86 мкг/л. В Приплотинном плесе зона «цветения» распределялась двумя вытянутыми шлейфами – по средней части плеса и вдоль правого (руслового) берега от устья р. Уса к плотине Жигулевской ГЭС.

Анализ состава фитопланктона водохранилищ показал, что преобладающими являются: сине-зеленые, диатомовые, зеленые. При этом именно сине-зеленые водоросли вызывают цветение воды в летний период.

Средний показатель биомассы фитопланктона составил 5,8 мг/л, что соответствует эвтрофному уровню органического загрязнения водоема.

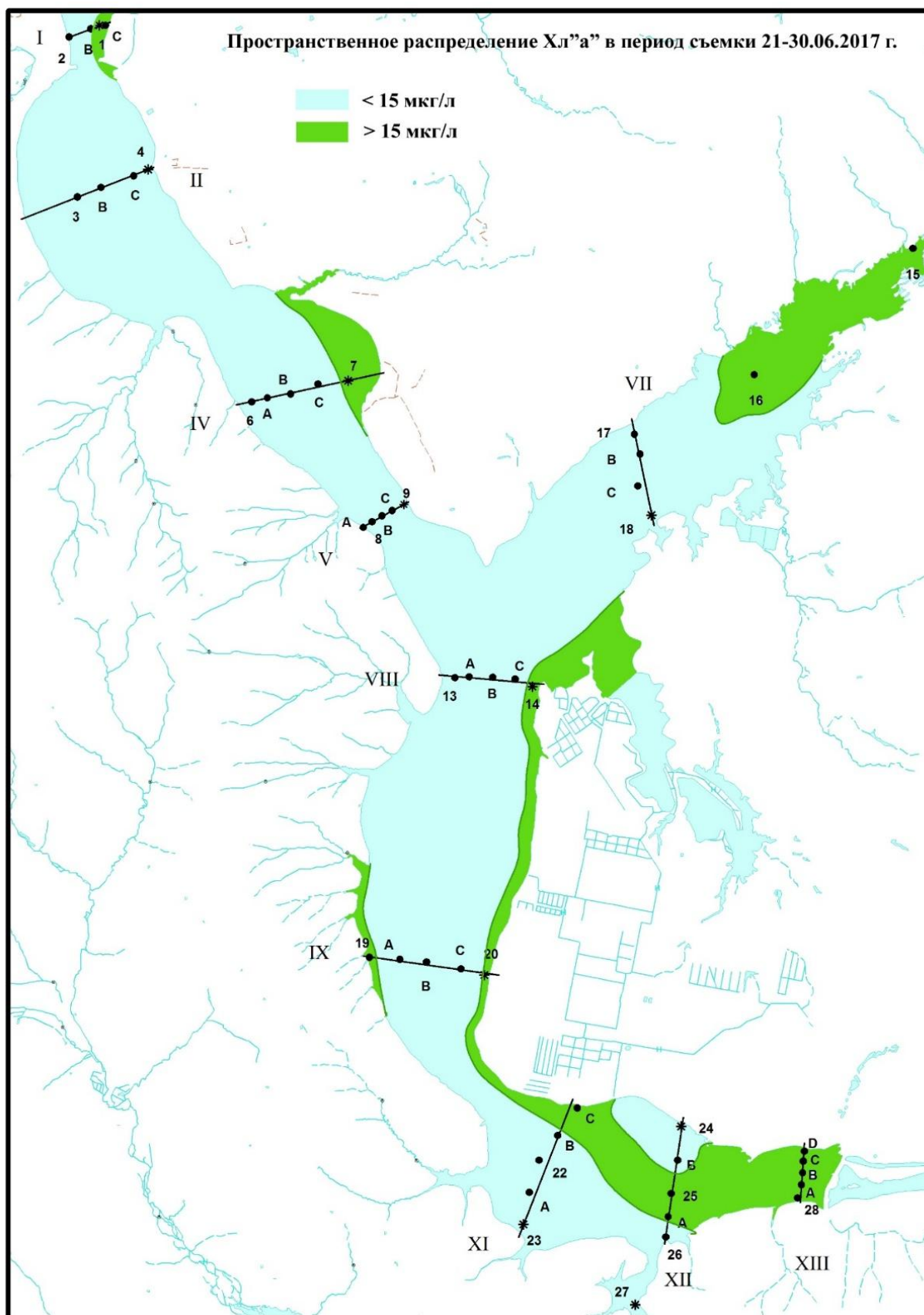


Рисунок 2.6 - Пространственное распределение Хл «а» в период экспедиционной съемки 21-30.06.2017 г.

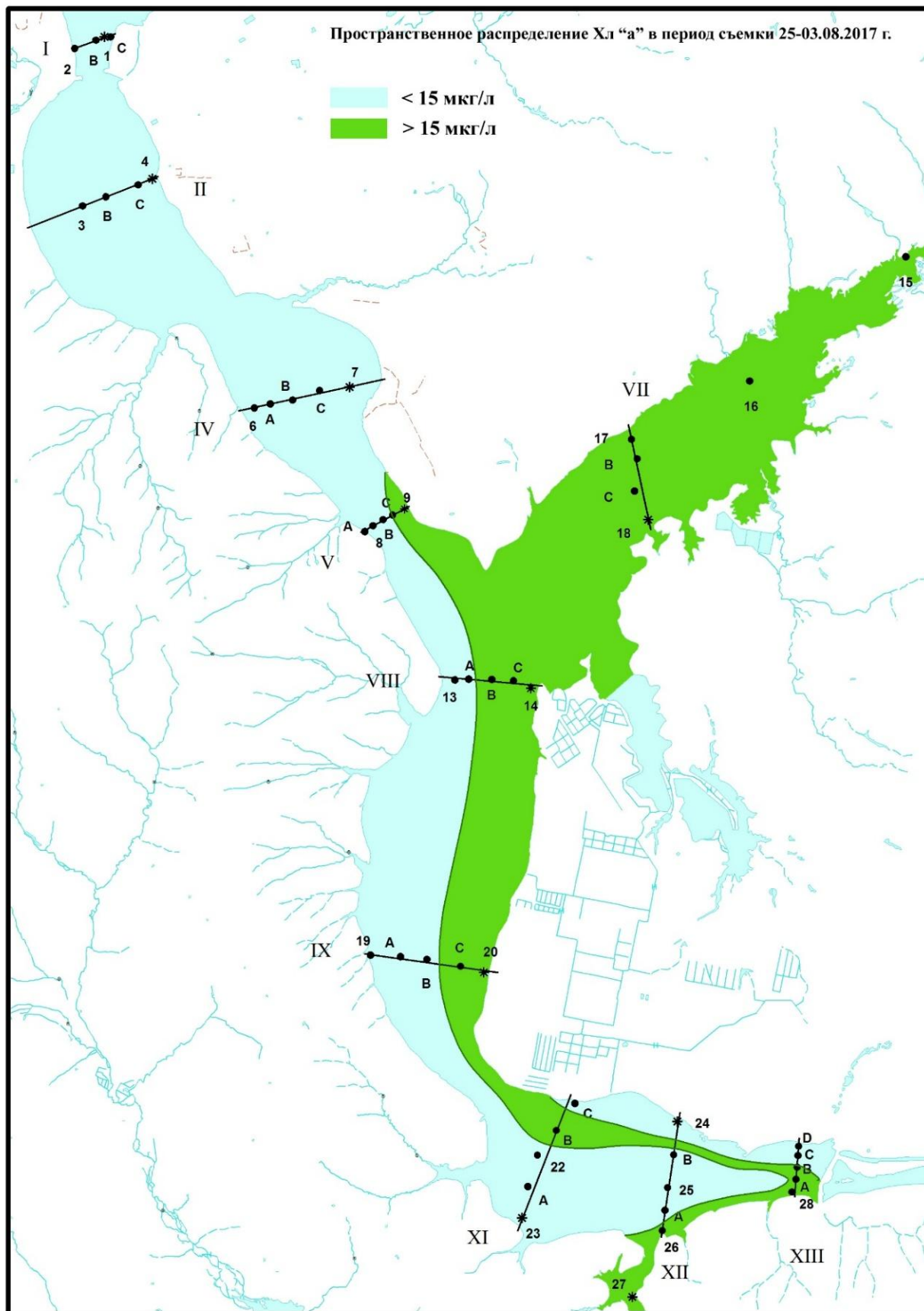


Рисунок 2.7 – Пространственное распределение Хл «а» в период экспедиционной съемки 25-03.08.2017 г.

Таблица 2.7 – Концентрация микроцистинов (МС, мкг/л) и ананатоксина-а (АНА, мкг/л) в августовских пробах воды в водоемах Республики Татарстан в 2011-2016 гг.

№ ст.	Описание	МС				АНА
		2011 г.	2012 г.	2014 г.	2016 г.	2016 г.
1	оз. Лебяжье, побережье	—	—	1.48	—	—
2	оз. Лебяжье, со стороны пляжа, побережье	—	—	2.83	—	—
3	оз. Глубокое, со стороны пляжа, побережье	—	—	0.11	—	—
4	р. Казанка, левый берег, побережье	—	—	0.91	—	—
5	р. Казанка, правый берег, побережье	—	—	0.73	—	—
6	р. Казанка, возле Дворца единоборств, побережье	—	—	1.05	—	—
7	р. Казанка, возле Молодежного центра, побережье	—	—	1.27	—	—
8	р. Казанка, устье, русло	—	1.14	0.66	1.43	0.12
9	оз. Нижний Кабан, по ул. Ахтямова, побережье	1.52	—	230.62	—	—
10	оз. Средний Кабан, по ул. Техническая, побережье	—	—	138.33	—	—
11	оз. Средний Кабан, Центр гребных видов спорта	—	—	165.53	—	—
12	Куйбышевское в-ще (КВ), выше г. Зеленодольска, русло	—	—	0.62	5.86	0.06
13	КВ, выше Зеленодольска, левый берег, русло	—	5.86	1.91	4.44	0.06
14	КВ, 500 м ниже выпуска ПУВКХ г. Зеленодольска, русло	—	3.34	9.08	4.81	0.11
15	КВ, устье р. Свияги, русло	—	0.45	1.27	0.88	0.53
16	КВ, 1 км выше водозабора г. Казани, русло	1.48	8.28	1.33	4.72	0.06
17	КВ, 500 м выше БОС МУП «Водоканал» г. Казани, русло	—	—	5.10	12.23	0.07
18	КВ, выпуск БОС МУП «Водоканал» г. Казани, русло	—	—	1.75	1.54	0.05
19	КВ, 500 м ниже БОС МУП «Водоканал» г. Казани, русло	—	—	2.72	6.74	0.06
20	КВ, возле н.п. Нижний Услон, побережье	5.72	—	262.94	8.25	0.05
21	КВ, 4,7 км ниже г. Казани, русло	—	1.25	0.74	4.01	0.07
22	КВ, ниже н.п. Кзыл-Байрак, русло	—	0.65	7.12	—	—
23	КВ, ниже н.п. Кзыл-Байрак, русло (пятно цветения)	—	—	472.31	—	—
24	КВ, напротив н.п. Буртасы, русло	—	22.97	224.93	9.18	0.08
25	КВ, у н.п. Антоновка, побережье (скопление водорослей)	—	—	213.94	—	—
26	КВ, Камское устье, 1 км от правого берега, русло	—	26.96	1.93	6.91	0.07
27	КВ, ниже г. Тетюши, русло (у н.п. Юматиха)	—	2.01	11.21	0.61	0.07
28	КВ, устье р. Камы, побережье (у г. Лаишево)	0.50	—	—	—	—

29	р. Меша, побережье (вблизи н.п. Толкияз)	0.45	—	—	—	—
30	КВ, возле к.п. Дачное	—	—	—	9.63	1.96
31	КВ, у н.п. Набережные Моркваши	—	—	—	12.37	0.28
32	КВ, 500 м ниже водозабора г. Казани (пятно цветения)	—	—	—	12.10	0.29

Таблица 2.8 – Кратность превышения рекомендуемых ВОЗ нормативов суммарного содержания микроцистинов в Куйбышевском водохранилище

Вода водоисточника	Рекреационная зона (русловая часть вдхр.)	
<i>Выше Волжского водозабора г. Казани</i>	<i>Н. Услон, станция 1</i>	<i>Н. Услон, станция 2</i>
1,48	0,71	5,72

Сравнивая таблицы 2.5 и 2.6 мы видим, что результаты экспедиционных исследований Института экологии Волжского бассейна РАН, проведенные в 2017 гг. на научно-исследовательском судне «Биолог» в Куйбышевском водохранилище, которые были проведены в период половодья с 21 по 30 июля и с 25 июля по 3 августа в период летней межени (табл.10) **в разы выше** чем среднегодовые показатели (таблица 2.5).

Проблема.

На сегодняшний день для оценки состояния поверхностных источников водоснабжения и определения схемы очистки используется ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» (далее – ГОСТ), введенный 01.01.1986 г. Статус на 2018г. – действующий. Настоящий стандарт распространяется на источники централизованного водоснабжения, так же и на источники с соленой водой для систем хозяйственно-питьевого водоснабжения и систем водоснабжения, которые подают воду в одно время для хозяйственно-питьевых и производственных целей, и устанавливает гигиенические и

технические требования к источникам водоснабжения и правила их выбора в интересах здоровья населения.

Данный ГОСТ исходит именно из среднегодовых показателей, и если оценивать состояние Куйбышевского водохранилища за год, то как показывает таблица 2.5 ситуация относительно нормальная. Но мы ведь берем воду из водохранилища в каждый сезон, в том числе и в летний период, и как показывает таблица 2.6 показатели критически завышены, что никак не учитывает ГОСТ.

Из таблицы 2.1 видно, что Куйбышевское водохранилище в летний период относится к водоемам эвтрофного типа (загрязненные водоемы со значительной антропогенной нагрузкой). **В ГОСТе нет подразделений водоемов по трофности**, что также приводит к тому, что мы не получаем воду нормируемого качества, и летом мы не будем укладываться в большинство нормативных показателей.

Во времена введения ГОСТа, когда вода между периодами значительно не отличалась он работал, и на выходе люди получали воду нормируемого качества. Но сейчас экологическая ситуация глобально изменилась, водоем летом становится «цветущим» со всеми со всеми вытекающими последствиями по качеству. Спектр загрязняющих веществ значительно расширился, появились как токсические, так и органические загрязнения, которые не фиксируются в ГОСТ.

2.2 Определение принципиальной схемы очистки воды

«Эксплуатирующиеся водоочистные сооружения поверхностных водоисточников построены, как правило, по устаревшим технологическим схемам, предназначенным для кондиционирования природных вод с небольшим техногенным и антропогенным загрязнениями, в настоящее время они не в состоянии обеспечить снабжение потребителей доброкачественной водой, т. к. их барьерные функции в отношении ионов тяжелых металлов, хлорорганических соединений, фенолов,

нефтепродуктов, кишечных протозойных и других распространенных загрязнений чрезвычайно малы. Такое положение усугубляется гидравлической перегрузкой многих водоочистных комплексов, отсутствием полного комплекта установок водоочистки на 33% коммунальных и 46% ведомственных водопроводах, обеззараживающих установок на 12% коммунальных и 26,7% ведомственных водопроводах» [23].

«По экономическим причинам происходит задержка внедрения новых технологических процессов, в частности, замены предварительного хлорирования озонированием, что привело бы к резкому снижению содержания в воде хлорорганических углеводородов, сорбции на активном угле, флокуляции и ряде других» [23].

Показатели качества воды из ГОСТа подразделяются на три класса:

Первый класс – применяется обеззараживание, фильтрование с коагулированием или без него (рисунок 2.8);

Второй класс – применяется коагулирование, отстаивание, фильтрование, обеззараживание, микрофильтрование при наличии фитопланктона (рисунок 2.9);

Третий класс – использование методов как во 2-м классе с использованием: дополнительной ступени осветления, окислительных и сорбционных методов, а также более эффективных методов обеззараживания и т.д. [5] (рисунок 2.10).

Таким образом каждому классу соответствует своя схема очистки. Рассмотрим подробно каждую из них:

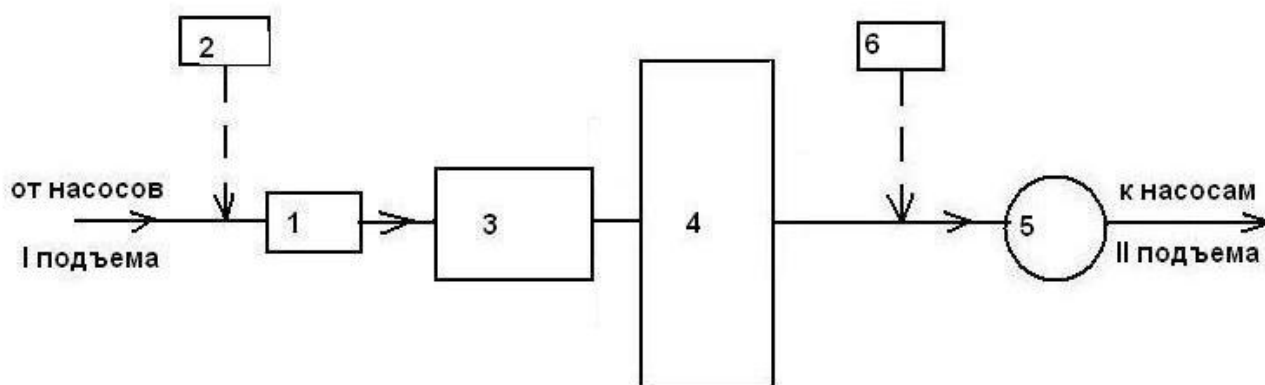


Рисунок 2.8 – Принципиальная схема очистки воды соответствующая 1-му классу

На рисунке 2.8 изображено расположение сооружений станции фильтрования и обеззараживания воды, которая подается для хозяйственно-питьевых нужд. Применяется по двухступенчатой схеме. На рисунке 2.8 проводится коагулирование воды, фильтрование, обеззараживание с использованием хлора.

«Одним из наиболее широко применяемых на практике приемов снижения содержания взвеси в воде является седиментация под действием сил тяжести. Однако, примеси, обуславливающие мутность и цветность природных вод, отличаются малыми размерами, вследствие чего их осаждение происходит крайне медленно, так как силы диффузии преобладают над силами тяжести. Кроме того, наличие примесей коллоидного характера еще более осложняет процесс седиментации. Для ускорения процессов осаждения, фильтрования, флотации и повышения их эффективности прибегают к **коагулированию** примесей воды» [14].

«Коагуляцией примесей воды является процесс увеличения взвешенных частиц дисперсной системы, который протекает из-за их соприкосновения и слипания. В конце процесса происходит процесс отделения жидкости от слипшихся частиц.

Коагуляция проходит под действием достаточно непростой смеси электролитов, которые расположены в воде, а также под действием ионов, которые вносятся в воду вместе с коагулянтом. На примере $Al_2(SO_4)_3$ в воду вводят ионы SO_4^{2-} .

Если в качестве коагулянта используется $FeCl_3$, в очищаемой воде повышается содержание ионов Cl^- , Наличие смеси электролитов усложняет коагуляцию, поскольку при этом эффекты влияния отдельных коагулирующих ионов усиливаются» [23].

В подавляющем большинстве технологических схем водоподготовки завершающим процессом является **фильтрование**, в ходе которого из воды извлекаются не только дисперсии, но и коллоиды. В этом состоит отличие метода фильтрования от всех методов предварительной очистки воды.

«Сущность метода заключается в фильтровании обрабатываемой воды, содержащей примеси, через фильтрующий материал, проницаемый для жидкости и непроницаемый для твердых частиц. При этом процесс сопровождается значительными затратами энергии. Однако, допускать большие потери напора в технике водоочистки можно лишь при обработке небольших количеств воды. Это определяет место фильтровальных сооружений в технологической схеме, т.е. в большинстве случаев фильтрование является завершающим этапом обработки воды и производится после ее предварительного осветления в отстойниках, флотаторах или осветлителях» [23].

При пропуске воды через слой зернистого материала в зависимости от заряда и соотношения размеров примесей воды и зерен фильтрующей загрузки может происходить *три вида фильтрования*:

- 1) задержание примесей на поверхности фильтрующего слоя (пленочное фильтрование);
- 2) задержание примесей в порах фильтрующего слоя (объемное фильтрование);

3) одновременное образование примесями пленки и их отложение в порах загрузки.

«При предварительном хлопьеобразовании воды, коагулировании ее примесей с последующим отстаиванием и фильтрованием не удастся достичь полного удаления болезнетворных микроорганизмов. До 10% *хлоррезистентных бактерий и вирусов*, среди которых могут быть и *патогенные*, сохраняют свою жизнеспособность. Поэтому заключительным этапом подготовки воды питьевой кондиции является ее **обеззараживание**» [23].

Эффект обеззараживания воды контролируют, определяя общее число бактерий в 1 см³ воды и количество *индикаторных бактерий группы кишечной палочки* в 1 л воды после ее обеззараживания.

Использование кишечной палочки в качестве индикаторного микроорганизма для оценки эффекта обеззараживания воды обусловлено следующими соображениями:

- присутствие кишечной палочки в воде определить проще, чем другие бактерии кишечной группы;
- кишечная палочка всегда присутствует в кишечнике человека и теплокровных животных;
- присутствие ее в воде источника свидетельствует о его загрязнении фекальными сбросами;
- окислители, используемые при обеззараживании воды, летально действуют на кишечную палочку труднее, чем на патогенные микроорганизмы, вызывающие заболевания желудочно-кишечного тракта;
- кишечная палочка безвредна и является лишь контрольным микроорганизмом, характеризующим бактериальную загрязненность воды.

В технологии водоподготовки известно много методов обеззараживания воды, которые можно классифицировать на четыре основные группы:

- термический;

- с помощью сильных окислителей;
- олигодинамия (воздействие ионов благородных металлов);
- физический (с помощью ультразвука, радиоактивного излучения, ультрафиолетовых лучей).

Из перечисленных методов наиболее широко применяют методы второй группы. В качестве окислителей используют:

- хлор;
- диоксид хлора;
- озон;
- йод;
- марганцовокислый калий;
- пероксид водорода;
- гипохлорит натрия и кальция.

«В свою очередь, из перечисленных окислителей на практике отдают предпочтение хлору, озону, гипохлориту натрия. Выбор метода обеззараживания воды производят, руководствуясь расходом и качеством обрабатываемой воды, эффективностью ее предварительной очистки, условиями поставки, транспорта и хранения реагентов, возможностью автоматизации процессов и механизации трудоемких работ» [23].

«Обеззараживанию подвергается вода, уже прошедшая предшествующие стадии обработки, коагулирование, осветление и обесцвечивание в слое взвешенного осадка (или отстаивание), фильтрование, так как в фильтрате отсутствуют частицы, на поверхности или внутри которых могут находиться в адсорбированном виде бактерии и вирусы, оставаясь, таким образом, вне воздействия обеззараживающих средств» [23].

Для обеззараживания воды хлорированием на водоочистных комплексах используют хлорную известь, хлор и его производные, под действием которых бактерии, находящиеся в воде, погибают в результате

окисления веществ, входящих в состав протоплазмы клеток. Хлор действует и на органические вещества, окисляя их.

Необходимость соблюдения особых мер предосторожности при транспортировке и хранении токсичного хлора является **недостатком метода хлорирования.**

Одним из наиболее перспективных способов обеззараживания питьевых вод на водоочистных комплексах с суточным расходом хлора до 50 кг является использование гипохлорита натрия (NaClO), получаемого на месте потребления путем электролиза растворов поваренной соли или минерализованных вод, содержащих не менее 20 мг/л хлоридов.

На рисунке 2.8 вода, подаваемая насосной станцией первого подъема, поступает прежде всего в смеситель 1, куда вводится раствор реагентов (заготавливаемый в помещении реагентного хозяйства 2, необходимых для коагулирования, и где происходит их смешение с водой). Из смесителя вода поступает в камеру хлопьеобразования 3, где происходит формирование хлопьев коагулянта, а затем проходит в фильтры 4. Пройдя фильтры, вода поступает в резервуар чистой воды 5. В трубу, подающую в него воду, вводится хлор из хлораторной 6. Необходимый для обеззараживания воды контакт ее с хлором обеспечивается в резервуаре 5.

Для очистки воды, соответствующей второму классу по показателям качества из ГОСТ 2761-84 используется схема очистки воды с применением микрофилترования и отстойника (рисунок 2.9).

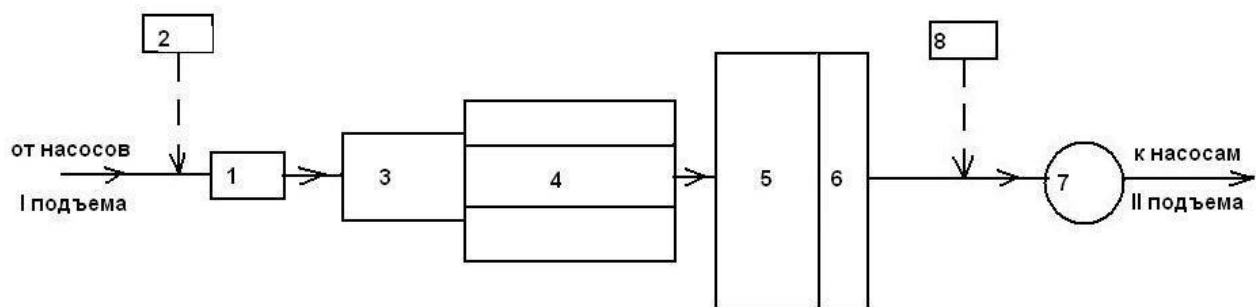


Рисунок 2.9 – Принципиальная схема очистки воды соответствующая 2-му классу

В данном случае процесс очистки воды включает в себя следующие операции: коагулирование воды, осветление ее в горизонтальных отстойниках, фильтрование, микрофильтрование при наличии фитопланктона и обеззараживание при помощи хлорирования.

«Осаждение взвешенных частиц происходит под действием силы тяжести. Современные конструкции отстойников, применяемые для **осветления** воды, являются проточными, так как осаждение взвеси в них происходит при непрерывном движении воды от входа к выходу. Поэтому скорости движения воды в отстойниках должны быть малы; они измеряются десятными долями мм/с в вертикальных отстойниках и несколькими мм/с – в горизонтальных, тонкослойных и радиальных. При таких малых скоростях поток почти полностью теряет свою так называемую транспортирующую способность, обусловленную интенсивным турбулентным перемешиванием. Осаждение взвеси в потоке, движущемся с весьма малой скоростью, почти полностью лишенном транспортирующей способности, подчиняется, по В.Т. Турчиновичу, с известным приближением законам осаждения в неподвижном объеме жидкости. Эти законы хорошо изучены применительно к явлению осаждения зернистой агрегативно устойчивой взвеси, частицы которой в процессе осаждения не слипаются друг с другом,

не изменяют своих форм и размеров. Осаждение неустойчивой взвеси, способной агломерироваться, слипаться в процессе осаждения, изучено в меньшей степени» [23].

«Оба явления имеют практическое значение для отстойников, применяемых в технологии очистки воды. Первое – для отстойников, используемых при осветлении мутных вод в качестве первой ступени процесса очистки воды, или для грубого осветления воды при водоснабжении промышленных предприятий. Второе – для отстойников, в которых происходит осаждение коагулированной взвеси» [23].

Главная функция **микрофильтрации** – избавление от планктона, который находится в водах. Также при помощи микрофильтрации можно избавиться от взвешенных частиц значительного размера и различных частиц животного и растительного происхождения, находящихся в воде. Можно использовать разнообразные устройства для управления скоростью вращения барабана в зависимости от различного расхода воды и способностью частиц забивать сетки. Хорошие результаты действенности микрофильтрации можно достичь, если поддерживать стабильную потерю напора, вызываемую незначительным забиванием сеток частицами. Действенность работы установки сдержана некоторыми причинами:

- уровень очистки можно определить только размерами ячеек, так как чистая фильтровальная сетка не сможет выполнить функции должного задержания в самом начале фильтроцикла;

- размножению планктона способствует повышение температуры воды, поэтому его невозможно удалить полностью;

- из-за свободной способности яиц ракообразных проходить сквозь сетку фильтра в следующих резервуарах вполне вероятно увидеть организмов;

- запрещено использовать этап предварительного хлорирования перед микрофильтром, так как коррозия сетки фильтра представляет большую опасность;

- для более легкого удаления планктона нужно обеспечить достаточно внушительный размер поверхности микрофильтра. Если поверхность недостаточно велика, то в периоды более усиленного развития планктона эффективность очистки воды может снизиться в разы.

«Металлические или пластмассовые фильтровальные сетки в большинстве случаев имеют размеры ячеек от 20 до 40 мкм и в исключительных случаях 10 мкм. Чем меньше размер ячеек, тем больше должна быть площадь поверхности микрофильтра. Так, при размере ячеек 35 мкм скорость фильтрования должна быть не более 35 м/ч в расчете на общую площадь поверхности микрофильтра (50 м/ч в пересчете на погруженную поверхность микрофильтра), а в расчете на пиковую концентрацию взвешенных веществ – 10 м/ч.

Результативность уменьшения содержания взвешенных веществ в следствии микрофильтрования составляет 50 ... 80%, в среднем около 65%. Для сравнения отметим, что хорошо работающий отстойник обеспечивает снижение содержания взвешенных веществ на 40 ... 60% без предварительного коагулирования и на 95 ... 99% с предварительным коагулированием.

Исследования В.Ф. Соколова, Я.Я. Кару показали, что микрофильтры задерживают до 75% диатомовых и до 95% сине-зеленых водорослей и до 100% задерживается зоопланктон. Микрофильтры разумно применять при содержании фитопланктона более 1000 клеток в 1 см³ исходной воды» [23].

На рисунке 2.9 вода, подаваемая насосной станцией первого подъема, поступает прежде всего в смеситель 1, куда вводится раствор реагентов (заготавливаемый в помещении реагентного хозяйства 2, необходимых для

коагулирования, и где происходит их смешение с водой. Из смесителя вода поступает в камеру хлопьеобразования 3, где происходит формирование хлопьев коагулянта, а затем проходит последовательно через горизонтальные отстойники 4, фильтры 5, микрофильтр 6. Пройдя микрофильтр, осветленная вода поступает в резервуар чистой воды 7. В трубу, подающую в него воду, вводится хлор из хлораторной 8. Необходимый для обеззараживания воды контакт ее с хлором обеспечивается в резервуаре 7.

Третий класс по нормативам качества ГОСТ 2761-84 совпадает с вторым по технологии очистки, только лишь используется дополнительная ступень осветления, окислительные и сорбционные методы, а также более эффективный метод обеззараживания (рисунок 2.10).

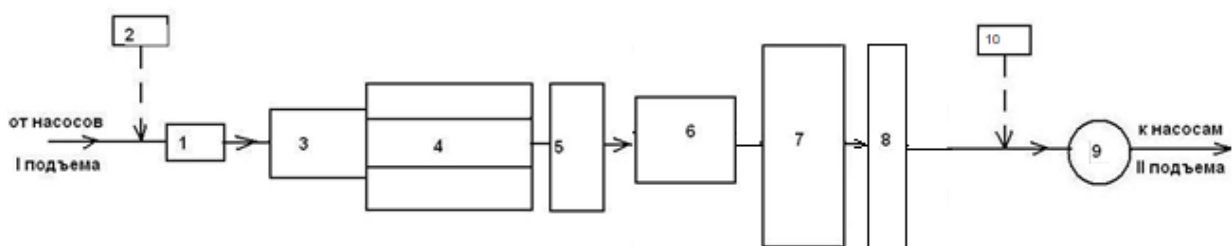


Рисунок 2.10 – Принципиальная схема очистки воды соответствующая 3-му классу

В такой ситуации подготовка воды для хозяйственно-питьевых нужд содержит такие этапы как: коагулирование, осветление в горизонтальных отстойниках плюс дополнительная ступень осветления, обработка воды окислителем через уголь (окислительно-сорбционный метод), фильтрование, микрофильтрование при наличии фитопланктона, и более эффективное обеззараживание при помощи озонирования.

«Для **осветления воды**, содержащей грубодисперсные примеси (ГДП), все более широкое применение получают центрифуги и

гидроциклоны. Их действие основано на использовании поля центробежных сил, где выделение механических примесей из воды происходит под воздействием этих сил, которые в сотни и тысячи раз превышают силы тяжести, за счет чего увеличивается скорость осаждения частиц. При этом эквивалентно сокращается продолжительность процесса осветления воды и значительно уменьшается необходимый объем центробежного аппарата по сравнению с объемом отстойника. Режим движения жидкости в поле центробежных сил – турбулентный. Передача вращения от периферии внутрь происходит диффузией и конвекцией под действием вращающего момента сил, вязкости и перемещения самой завихренной жидкости. При этом возникают два основных круговых потока: внешний, направленный к вершине образующегося конуса, и внутренний, направленный в противоположную сторону. При вращении внешнего потока часть жидкости удаляется через нижнее отводное отверстие, а другая часть отделяется, и, двигаясь радиально, вливается во внутренний поток, к нему добавляется основное количество жидкости у вершины конуса и, изменяя направление, отводится через верхнее отводное отверстие в диафрагме аппарата. В гидроциклоне кроме внешнего и внутреннего вращающихся потоков жидкости образуется третий – воздушный поток (воздушный столб) по оси аппарата. Потоки жидкости направлены по логарифмической спирали. Внешний поток ограничен стенкой аппарата и поверхностью внутреннего потока, который, в свою очередь, ограничен с внутренней стороны воздушным столбом» [23].

Непосредственно межрегенерационный период работы гранулированного активного угля может быть значительно повышен, если воду перед фильтрованием через уголь обработать окислителем.

Установлено, что при такой обработке воды совершается сложное суммирование двух действий, а имеет место **эффект окислительно-сорбционного взаимодействия**, который заключается в том, что, с одной стороны, уголь выступает в качестве катализатора окисления, значительно

повышая глубину и скорость этого процесса, а с другой – многие продукты окисления лучше сорбируются на угле. Помимо этого, использование 2-х способов гораздо надежнее и дает возможность существенно увеличить спектр устранимых из воды загрязнений. Практическая деятельность продемонстрировала, то что коллективное использование окислителей и активного угля обладает кроме того и финансовым превосходством.

Существуют разнообразные технические решения применения окислительно-сорбционного метода доведения воды то требуемого качества. Зависят эти технические решения лишь от типа очистных сооружений, качества самой воды, которая поддается обработке. Фильтры, которые загружают активным углем предназначаются только лишь для удаления из воды органических загрязнений. В схеме их размещают после осветительных фильтров. Также активный уголь может выполнять функцию осветления воды. В таком случае фильтры будут размещены после сооружений первой ступени.

В зависимости от назначения угольной загрузки и санитарно-гигиенических показателей очистки выбирается место ее размещения. Обязательно до того, как вода поступила на угольную загрузку в любом случае должен быть введен окислитель. Перед угольными фильтрами или вначале технологической схемы будет вводиться окислитель не имеет никакого значения. Вполне вероятно двойное введение разных окислителей. От скорости использования окислителя и других различных факторов зависит выбор место его введения. Но в обязательном порядке необходимо снабдить окислителем воду, которая поступает на угольную загрузку. Установка дозы окислителя, выбора его типа и выбора места ввода определяется путем экспериментальной ее обработки в лаборатории. При этом важно учитывать, чтобы нагрузка на уголь как сорбент была наименьшей.

Хлор разумно применять как окислитель тогда, когда в воде присутствуют фенолы, вещества природного происхождения и т.д., то есть вещества легко окисляемые.

Озон же разумней использовать в том случае, если в воде присутствуют трудноокисляемые вещества, такие как нефть, синтетические вещества и т.д. Озон значитса наиболее сильным окислителем, который также уничтожает бактерии, споры и вирусы.

Огромным плюсом озонирования является и то, что при этом одновременно с **обеззараживанием** происходит обесцвечивание воды, а также ее дезодорация и улучшение вкусовых качеств. Озон никак не меняет естественные качества воды, так как его излишки преобразуются в кислород через некоторое время.

На рисунке 2.10 вода, которая подается насосной станцией первого подъема, устремляется сначала в смеситель 1, куда вводится раствор реагентов (который готовится в помещении реагентного хозяйства 2, необходимых для коагулирования, и где происходит их смешение с водой). Из смесителя вода поступает в камеру хлопьеобразования 3, где происходит формирование хлопьев коагулянта, а затем проходит последовательно через горизонтальные отстойники 4, дополнительную ступень осветления 5, окисление через уголь 6, фильтры 7, микрофильтр 8. Пройдя микрофильтр, осветленная вода поступает в резервуар чистой воды 9. В трубу, подающую в него воду, вводится озон 10. Необходимый для обеззараживания воды контакт ее с озоном обеспечивается в резервуаре 9.

2.3 Выводы по 2 главе

Все вышеизложенное является глобальной проблемой на сегодняшний день. Использование единой годовой таблицы в ГОСТ «Источники питьевого водоснабжения» недетализировано.

Спектр загрязняющих веществ расширился, появились как токсические, так и органические загрязнения, которые не фиксируются в

ГОСТ. Нет подразделений по трофности водоемов, никак не учитывается сезонность, хотя все это является очень значительными факторами при оценке поверхностных источников водоснабжения.

Схемы очистки воды, представленные в разделе 2.2 не справляются с очисткой эвтрофных водоемов, так как реальные показатели в летний период значительно превышают ГОСТовские показатели по 3-му классу.

ГОСТ не отражает реальной экологической ситуации, и если его использовать применительно к водоемам эвтрофного типа, то мы не сможем довести воду до нормируемого качества.

ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ГОСТ 2761-84 «ИСТОЧНИКИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ»

3.1 Введение дополнительных критериев оценки качества воды с учетом возросшей антропогенной нагрузки на водные объекты

Одна из главных причин «цветения» воды и ухудшения качества воды – чрезмерная биогенная нагрузка, которая стала возможной из-за несовершенства системы нормирования. Критериями при нормировании качества воды водных объектов являются предельно допустимые концентрации, которые одинаковы для всей территории РФ и зависят только от вида водопользования без учета природных особенностей водных экосистем. В результате устанавливаются ошибочные приоритеты управления антропогенной нагрузкой на водные объекты, которые являются источниками питьевого водоснабжения. Для снижения биогенной нагрузки на водохранилище необходимо приступить к разработке и внедрению региональных нормативов качества воды, учитывающих природные особенности водоемов.

Состояние Куйбышевского водохранилища, особенно в летний период, критическое и с каждым годом становится только хуже.

Не только я говорю о антропогенной трансформации Куйбышевского водохранилища, но и премьер-министр Российской Федерации Дмитрий Анатольевич Медведев призывает всеми силами восстановить экологию Волги. «В бассейне Волги сложилась самая критическая в стране экологическая ситуация», - констатировал премьер-министр Дмитрий Медведев. В восстановление экосистемы бассейна реки до 2025 года в рамках отдельного приоритетного проекта вложат 257 миллиардов рублей.

В 2017 году в кабинете министров в Волгограде было проведено совещание о предотвращении загрязнения, сохранении и рациональном

использовании реки Волги. «Именно в бассейне Волги сложилась самая напряженная экологическая ситуация», - заявил премьер. Сегодня в реку ежегодно сбрасывают 5,5 кубических километров сточных вод и только 10 процентов очищены по нормативу. Причина в физическом износе и технологической отсталости промышленных очистных муниципальных сооружений. На дне, по разным оценкам, лежат около 2,5 тысячи затонувших плавсредств, включая нефтеналивные.

«Ситуация тревожная, и она осложняется тем, что Волга, по мнению экологов потеряла способность к самоочищению», - заметил председатель правительства. «Строительство дамб на всем протяжении реки помогало решать водохозяйственные проблемы, но негативно отразилось на ее нижнем течении. Утрачены 98 процентов нерестовых площадей белуги, 80 процентов осетра и 40 процентов севрюги», - уточнил министр природных ресурсов Сергей Донской. Из 3,5 тысячи гектаров осетровых нерестилищ в нижнем течении Волги сохранилось всего 430.

При всем количестве возведенных дамб в отдельных местах реки уже невозможно полноценное судоходство. В частности, на участке между Городцом и Нижнем Новгородом. Решение проблемы оценивается в 43,5 миллиарда рублей, которые необходимы для строительства Нижегородского низконапорного гидроузла. «Узел должен быть сдан в эксплуатацию к 2021 году, после чего на этом мелководном участке будут сняты ограничения по грузо- и пассажироперевозкам, и сквозное судоходство по Волге как водной трассе международного значения будет сохранено», - сообщил Дмитрий Медведев о подписании соответствующего распоряжения.

Меры по восстановлению реки войдут в отдельный приоритетный проект «Оздоровление Волги», рассчитанный до 2025 года.

«Если ничего не предпринимать, то в недалекой по историческим меркам перспективе вода Волги может вообще стать непригодной для людей», - подчеркнул Медведев. «А в бассейне реки проживает более 60

миллионов человек. Для восстановления экосистемы столь жизненно важной водной артерии требуется наладить экологический мониторинг, модернизировать очистные сооружения жилищно-коммунального хозяйства, а на вредных производства в обязательном порядке установить автоматизированные системы контроля стоков», - перечислил первоочередные меры премьер.

Все они войдут в отдельный приоритетный проект «Оздоровление Волги», рассчитанный до 2025 года. Вариант документа минприроды внесло в правительство весной. Будет создан специальный фонд, который сконцентрируется на сохранении и восстановлении водных объектов, поддержке инвестиционных проектов в сфере очистки сточных вод. По итогам реализации приоритетного проекта объем загрязненных сточных вод, попадающих в реку, сократится на 4,5 кубических километра. Особое внимание в этой связи планируется уделить реконструкции и постройке комплексов очистных сооружений в крупных населенных пунктах, расположенных в бассейне Волги. Фонд должен начать работу в конце года.

Бюджет проекта оценен в 257 миллиардов рублей, из них 114 миллиардов – средства федерального бюджета, 44 миллиарда – финансирование из регионов, остальное придется на внебюджетные источники. Основное финансирование предусмотрено на 2020-2025 годы, но минприроды просит уже на 2018 год найти дополнительный миллиард рублей и по 11 миллиардов в следующие два года. «Нужно подумать об источниках этих средств, но очевидно, что такие источники должны быть найдены», - заявил Дмитрий Медведев.

Мероприятия по очистке Волги предусмотрены в других государственных программах, в частности, в рамках проекта «Чистая страна». Предварительная оценка бюджета по данному проекту – 34,4 миллиарда рублей.

К 2020 году на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду I и II категории опасности, в обязательном порядке

установят автоматизированные системы по контролю за сточными водами. До 2019 года планируется ввести норму по обязательной очистке сточных вод абонентов волжских водоканалов до их сброса в централизованные системы водоотведения», - заявил глава минприроды.

«Проект по своему масштабу таков, что здесь требуются консолидированные усилия всех, кто должен заниматься этой деятельностью, и соответствующее финансовое сопровождение», - еще раз напомнил председатель правительства о значимости программы.

Также 27 декабря 2016 года в Георгиевском зале Большого Кремлевского дворца состоялась заседание Государственного совета по вопросу «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений», где выступал президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин.

«Значительная часть поверхностных вод оценивается сегодня как «грязные» и «экстремально грязные». Семь процентов жителей не обеспечены качественной питьевой водой. Практически во всех регионах сохраняется тенденция к ухудшению водоемов, почв и земель. Если мы и дальше будем обходиться полумерами и ссылаться на более важные задачи, то к 2050 году выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов достигнут критического предела, а это значит – мы с вами прекрасно понимаем, что это значит, - это значит, что будущим поколениям мы оставим среду, непригодную для жизни. Поэтому необходимо как минимум в два раза сократить загрязнения и выбросы. Необходимо также обеспечить реализацию программ сбережения и экологического оздоровления таких наших общенациональных объектов, как Волга, Байкал, Телецкое озеро на Алтае», - обозначил Владимир Путин.

Как уже было изложено ранее ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» не отражает реального положения дел и если его использовать и дальше, то ситуация будет только ухудшаться.

Ухудшение качества воды в источнике водоснабжения создает значительные трудности при очистке воды на водопроводных очистных сооружениях. При этом, применяемые технологии водоподготовки (рис. 7, 8, 9), **не позволяют довести воду до нормативного качества и нуждаются в усовершенствовании.**

Состояние Куйбышевского водохранилища год от года становится хуже, а ГОСТ мы применяем не учитывая этого важного фактора. Нормативный документ никак не выделяет эвтрофные водоемы, а это крайне важно для достижения воды нормируемого качества, так как в летний период мы не укладываемся ни в один показатель по устаревшему действующему нормативному документу.

Одной из рекомендаций по совершенствованию ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» будет как раз введение критериев оценки качества именно для эвтрофных водоемов, так как Куйбышевское водохранилище в летний период относится именно к такому типу. Соответственно и схема очистки воды, взятой из эвтрофного водоема должна быть иной, гораздо жестче, чем схема очистки по 3-му классу.

Во времена введения ГОСТа в действие, когда вода по качеству между периодами не сильно отличалась, он работал и люди получали воду нормируемого качества и ничто не угрожало их здоровью. Но сейчас ситуация очень сильно изменилась, водоем летом становится «цветущим» со всеми вытекающими последствиями по качеству.

Все это приводит к тому, что спектр загрязняющих веществ расширился, в водоеме в настоящее время присутствуют такие загрязняющие вещества как **ХПК, микроцистины**, которые в принципе **никак не учитывает ГОСТ.**

Среднегодовой показатель ХПК по данным химического анализа проб воды, который осуществлялся в лаборатории Института экологии

Волжского бассейна РАН составил **25,3 мг/дм³**, а в летний период - принял значение **38,7 мг/дм³**.

Развитие именно сине-зеленых водорослей (цианобактерий) связано с их способностью синтезировать **цианотоксины**. Разнообразие выделяемых в воду цианотоксинов велико – до 300 видов органических веществ, многие из них ядовиты (рисунок 3.1).

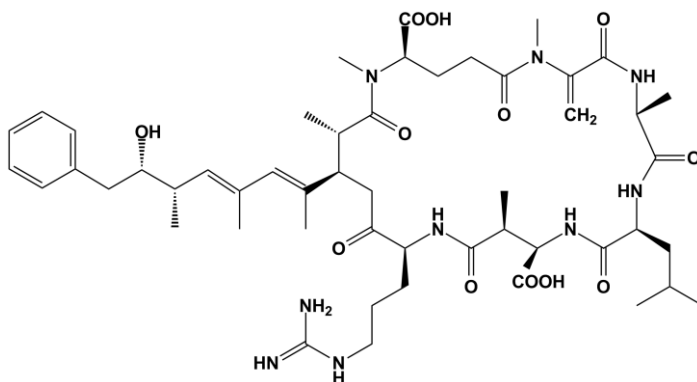
Цианотоксины повышают токсичность среды обитания, снижают качество воды, оказывают вредное воздействие на водные сообщества, представляют **опасность для жизни и здоровья человека и теплокровных животных**.

Выделение токсинов при массовом «цветении» водоемов, т.е. при развитии цианобактерий делает невозможным использование воды в хозяйственно-питьевых целях, происходит нарушение и деградация всей экосистемы.

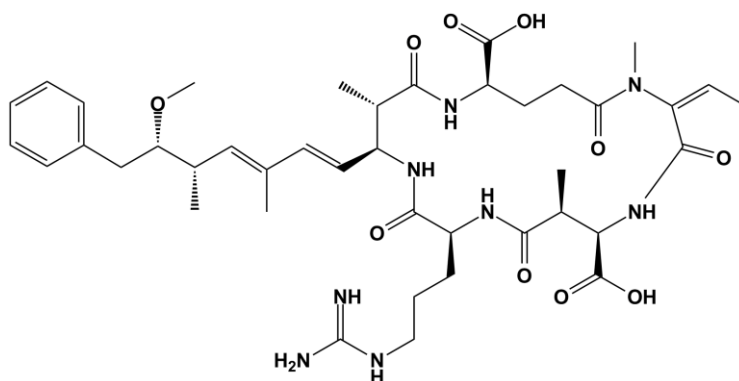
Микоцистины (МС) – одна из разновидностей токсинов, их первостепенными продуцентами значатся цианобактерии родов *Anabaena* (рисунок 3.2), *Microcystis* (рисунок 3.3), *Planktothrix* (рисунок 3.4), которые вызывают токсичное «цветение» воды по всему миру. Микроцистины растворяются в воде. Они сохраняются постоянными в водоемах до 7 суток, достаточно долгое время постоянны в фильтрованной или деионизированной воде. МС стабильны к химическому гидролизу или окислению при рН, близких к нейтральным. При кипячении МС не разрушаются в течении некоторого времени. При значительно высоких температурах и чрезвычайно высоких или низких рН вследствие гидролиза за 10 недель деградирует более 90% МС. Микроцистины окисляются озоном и другими сильными окислителями, очень стабильны при солнечном свете. Токсичность МС ориентирована на органы, исполняющие перемещение органических ионов посредством клеточных мембран, т.е. в первую очередь на печень. Они, оказываясь в крови, сосредотачиваются в печени, способствуют появлению кровоизлияний, уже

после чего печень увеличивается в размерах. Это может вызвать **развитие рака**.

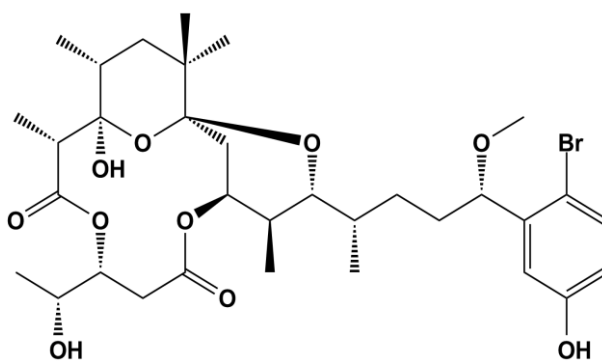
а)



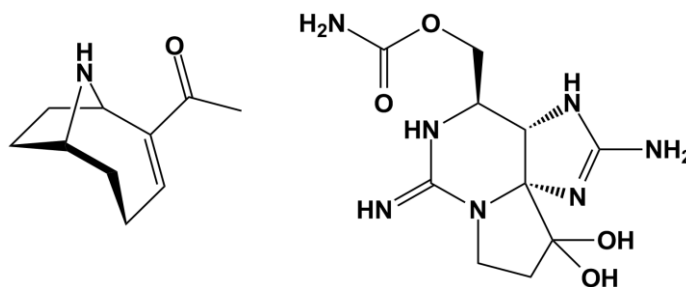
б)



в)



г)



- а) Микроцистин – LR; б) Нодулярин – R; в) Аплизиатоксин;
г) Анатоксин – а и сакситоксин

Рисунок 3.1 – Некоторые виды цианоксинов



Рисунок 3.2 – *Anabaena* sp.



Рисунок 3.3 – *Microcystis aeruginosa*



Рисунок 3.4 – *Planktothrix rubescens*

Воздействовать МС может как через кожу человека, при купании в поверхностных источниках, а также при употреблении воды во внутрь. **Согласно рекомендациям ВОЗ, концентрация МС-LR в питьевой воде не должна превышать 1 мкг/л при однократном применении и 0,1 мкг/л для многократного применения.** Применении водоемов в рекреационных целях считается опасностью численность цианобактерий 20×10^6 кл/л и концентрация МС 2-4 мкг/л. Для человека LD_{50} варьируется от 0,05 до 1,2 мг/кг массы тела (исследования проводились на мышах при внутрибрюшном введении). Для сравнения, смертельная доза цианистого калия составляет 1,7 мг/кг, при том, что цианистый калий относят к числу самых опасных ядовитых веществ.

При интоксикации МС симптомы могут быть очень серьезными. Например: диарея, тошнота, озноб, слабость, бледность. Смерть при остром отравлении МС приходит в следствие гиповолемического шока, который вызван быстрой и тяжелой обструкцией сосудов печени и значительным печеночным кровоизлиянием.

Согласно таблице 2.7 по результатам Казанских экспедиций показатель микроцистинов в Куйбышевском водохранилище различен в зависимости от места положения взятия проб. **Максимальное** значение за 2016 год составило **12,37 мкг/л** у н.п. Набережные Моркваши, а

минимальное – 0,61 мкг/л ниже г. Тетюши, русло (у н.п. Юматиха). Можно сделать вывод, что даже минимальный показатель превышает максимально допустимую концентрацию, рекомендуемую ВОЗ - 0,1 мкг/л для многократного применения.

Следующей рекомендацией по совершенствованию ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» будет введение дополнительных критериев оценки качества воды с учетом возросшей антропогенной нагрузки на водохранилище. Речь идет о таких показателях как ХПК, микроцистины.

3.2 Определение критериев с учетом сезонных изменений качества воды

По мере роста биогенной нагрузки и глобального потепления климата проблема качества воды поверхностных источников водоснабжения, находящихся в условиях антропогенного эвтрофирования, становится все более актуальной.

Экологическое состояние Куйбышевского водохранилища, которое является безальтернативным источником водоснабжения, **ухудшается в период летней межени**, когда наблюдается массовое развитие водорослей или «цветение» воды. Резкое увеличение численности и биомассы **водорослей в летний период** обуславливает ухудшение качества воды на водохранилище по ряду показателей: численность и биомасса фитопланктона; запах; цветность; органические и токсические вещества; растворенный кислород; водородный показатель рН; окислительно-восстановительный потенциал Eh.

В дополнении ко всему вышесказанному можно отметить, что ГОСТ не учитывает сезонность, речь идет только о среднегодовых показателях, а ведь мы берем воду в каждый сезон и самая неблагоприятная ситуация возникает именно в летний период, когда цианобактерии достигают наибольшего развития.

Проведем сравнительный анализ показателей качества воды средних за год и в летний период (таблица 3.1).

Я делаю упор именно на летний период, когда водоем явно эвтрофный, появляется много токсичны водорослей, огромное количество органических загрязнений.

Таблица 3.1 очень четко показывает насколько сильно показатели в летний период превышают среднегодовые.

Таблица 3.1 – Сравнительный анализ показателей качества воды средних за год и в летний период.

Среднегодовые показатели 2017 г.		Показатели в летний период 2017г.	
БПК ₅ , мг/л			
max	0,62	max	7,12
min	менее 0,5	min	0,94
ср.	менее 0,5	ср.	3,16
Перманганатная окисляемость, мг/л			
max	9,2	max	16
min	4,9	min	9,28
ср.	7,2	ср.	11,37
Биомасса фитопланктона, мг/л			
ср.	1,5±1,1	ср.	5,8
ХПК, мг/дм ³			
ср.	25,3	ср.	38,7

Поэтому еще **одной рекомендацией** по совершенствованию ГОСТа, не менее важной, является разработка таблиц с показателями качества воды источников водоснабжения для каждого сезона отдельно. Чтобы при заборе воды в каждый сезон оценка производилась используя показатели из соответствующей таблицы.

3.3 Выводы по 3 главе

Все вышеизложенное является глобальной проблемой на сегодняшний день. Использование единой годовой таблицы в ГОСТ «Источники питьевого водоснабжения» недетализировано. ГОСТ не отражает реальной экологической ситуации, и если его использовать, то мы не сможем довести воду до нормативного качества. Достаточно очистить воду в городе очень сложно применяя устаревшие нормативные документы при оценке качества воды и устаревшие технологии водоподготовки. Мы должны немного строже подходить к качеству воды, которую используем ежедневно.

Подводя итоги хочу сказать, что если учесть все вышеперечисленные рекомендации, то мы безусловно приблизимся к тому, что сможем получать воду нормируемого качества. И соответственно сделать себя и близкого более здоровыми, ведь чистая вода – залог здоровья!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждый из нас понимает насколько для нас важна чистая вода. Поэтому жизненный заряд от чистой воды во многом влияет на наше здоровье.

В работе были анализированы существующие системы оценки и нормирования качества воды, классифицирован поверхностный источник водоснабжения по действующим нормативным документам, а также разработаны рекомендации по совершенствованию ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения».

Целью работы являлась разработка рекомендаций по совершенствованию существующей системы оценки и нормирования качества воды поверхностных источников водоснабжения. Рекомендации разработаны, цель работы достигнута!

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Карюхина, Л.Н., Чурбанова, И.Н. Контроль качества воды. М.: Стройиздат, 1997. — 266 с.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Санитарные правила и нормы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. — М.: Минздрав России, 2002. - 103 с.
3. Орлов, В.Г. Экологические аспекты водопользования: Науч. - метод. Пособие, (Под ред. Менжулина Г.В.). СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 1999. - 183 с.
4. Гагарина, О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы: Учебно-методическое пособие. / сост. О. В. Гагарина. / Ижевск: Издательство «Удмуртский университет». – 2012. – 199 с.
5. ГОСТ 2761-84 Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Дата введения 1986-01-01 - РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством здравоохранения СССР.
6. Зарубина, Р.Ф., Копылова, Ю. Г. Оценка качества природных вод различного назначения. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 115 с.
7. ГОСТ 27065-86 Качество вод Термины и определения. Дата введения 01.01.87 - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. - 21 с.
8. ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. // М., Издательство стандартов, 1997. - 361 с.
9. Новиков, Ю.В., Ласточкина, К.О., Болдина, З.Н. Методы исследования качества воды водоёмов. Под ред. А.П. Инецковой.- М.: Медицина, 1990. – 400 с.

10. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
11. Чеснокова, С.М., Биологически методы оценки качества объектов окружающей среды, Владимир, 2007.
12. Заваззин, Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2003. - 348 с.
13. Технический справочник по обработке воды: в 2т. Т.1: пер. с фр. – СПб.: Новый журнал, 2007.
14. Водоподготовка: Справочник. /Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С. Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
15. Зданович, В.В., Криксунов, Е.А. Гидробиология и общая экология: словарь терминов. М.: Дрофа, 2004. - 192 с.
16. Трифонова, И.С., Беляков, В.П., Афанасьева, А.Л. и др. Состояние биоценозов озерно-речной системы Вуоксы.СПб.: ВВМ, 2004, - 148 с.
17. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года.
18. Шашков, С.Н. и др. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Волга. Экологическая и водохозяйственная фирма ООО "ВЕД". Москва – 2013 г.
19. СанПиН 2.1.4.1175-02 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».
20. Никаноров, А.М. Научные основы мониторинга качества вод: Гидрометеиздат. - 2005. - 575 с.

21. Дебольская В. К. и др. Современная гидрохимическая характеристика водохранилищ Волжского каскада в период летней межени. Институт водных проблем РАН. 2012 г.
22. Качество вод водохранилищ. Раздел Экология. 2009 г.
23. Фрог, Б.Н., Левченко, А.П., Водоподготовка: Учебн. пособие для вузов. М. Издательство МГУ, 1996 г. - 680 с.
24. Thienemann A. Die Binnengewasser Mitteleuropas. Binnengewasser. 1925. 1: 1-255
25. Naumann E. Grundzuge der regionale Limnologie. Binnengewasser. 1932. 11: 291
26. OSPAR Commission, 2008: Second Integrated Report on the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area. 2008.
27. OECD. Eutrophication of waters: Monitoring, assessment and control. P., 1982.
28. Оболдина, Г.А. Проблемы мониторинга водных объектов / Г. А. Оболдина, Е.А. Поздина // Водное хозяйство России. - 2009. - №5. - С. 4-16.
29. Антипов, М. А. **Оценка качества подземных вод и методы их анализа**: учебное пособие для высших учебных заведений по направлению подготовки (специальностям) 280302 - "Комплексное использование и охрана водных ресурсов" / М. А. Антипов, И. В. Заикина, Н. А. Безденежных. — Санкт-Петербург: Проспект науки, 2013. — 134 с.
30. Ветошкин, А. Г. **Инженерная защита водной среды** : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Защита окружающей среды" / А. Г. Ветошкин. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. — 415 с.
31. **Вода — чудо из чудес** : статьи и доклады к Международной научно-практической конференции "Экология человека и окружающей

среды. Новые методы и средства оздоровления" / [сост. В. Т. Яковенко]. — Минск: Белорусский социально-экологический союз "Чернобыль", 2014 г. - 91 с.

32. **Водно-болотные угодья особого природоохранного значения вдоль границы Беларуси, России и Украины** [Электронный ресурс] / [редактор-составитель А. К. Благовидов]. — Москва : Медиа-ПРЕСС, 2014. — 164 с.

33. Другов, Ю. С. **Анализ загрязненной воды** : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 678 с.

34. Другов, Ю. С. **Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред** : практическое руководство / Ю. С. Другов, И. Г. Зенкевич, А. А. Родин. — 2-е изд., пер. и доп.. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний : Физматлит, 2014. — 752 с.

35. Другов, Ю. С. **Мониторинг органических загрязнений природной среды : 500 методик** : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. — 2-изд., доп. и пер.. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 893 с.

36. Калайда, М. Л. **Гидробиология** : учебное пособие для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по направлению 111400.62 "Водные биоресурсы и аквакультура" / М. Л. Калайда, М. Ф. Хамитова. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2013. — 190 с.

37. Немировская, И. А. **Нефть в океане : (загрязнение и природные потоки)** / И. А. Немировская ; под ред. А. П. Лисицына ; РАН, Ин-т океанологии им. П. П. Ширшова. — Москва : Научный мир, 2013 г. - 428 с.

38. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Дата введения 1983-01-01.

39. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие

требования к охране поверхностных вод от загрязнения. Дата введения 1986-07-01.

40. Журнал: «Водоснабжение и санитарная техника».

41. Журнал: «Водоочистка, Водоподготовка, Водоснабжение».

42. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Дата введения 2001-01-01.

43. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В. Караушева. Л.: Гидрометеоздат. - 1981. - 176 с.

44. Евдокимов, С.А. Обобщающие показатели качества поверхностных вод/ С.А. Евдокимов // Водные ресурсы, №2, 1990. С. 109-115.

45. Шорникова, Е.А. Интегральная оценка состояния экосистем водотоков по гидрохимическим показателям (на примере Среднего Приобья)/ Е.А. Шорникова // География и природные ресурсы. 2009. - №1. - С.38-45.

46. Claude E. Boyd Water quality An Introduction. KLUWER ACADEMIC Publishers. Boston /Dordrecht/London, 2000.

47. Brown R.M. A water quality index - do we dare / R.M Brown, N.J. McLelland, R.A. Deininger, R.Z Fozer // Water and Sewage Works. 1970.

48. Воробейчик, Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень) / Е.Л. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов. - Екатеринбург: УИФ «Наука». 1994. - 280 с.

49. Hines W.G. Formulation and use of fractional models for river quality assessment [Текст] / W.G. Hanes, D.A. Rickert, S. Mckenric, I.P. Bennet. J. Water Pollution Control Federation, 1975.

50. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва: Стройиздат, 1974. - 480 с.