**Лекция 3. Классификация водопользования. Источники загрязнения поверхностных и подземных вод и методы их очистки.**

Вода в природе нигде не встречается в виде химически чистого вещества. Под составом природных вод принято понимать весь сложный комплекс растворённых газов, ионов, взвесей и коллоидов минерального и органического происхождения. В природных водах обнаружено около половины химических элементов, вхо­дящих в периодическую таблицу Д.И. Менделеева. Ещё большим качественным и количественным многообра­зием примесей отличаются сточные воды; состав этих примесей всецело зависит от характера производства, в котором они образуются.

Состав примесей воды как природной, так и сточной имеет решающее значение для выбора способа её очистки. Все вещества присутствующие в водах, можно разделить на взвешенные и растворённые. В свою оче­редь растворённые примеси природных вод подразделяются, согласно О.А. Алекину, на органические вещест­ва, главные ионы (макрокомпоненты), микроэлементы, биогенные вещества и растворённые газы.

**Нормирование качества воды в водоемах.**

Особенности нормирования химических веществ в водной среде обусловлены следующими факторами:

1. С гигиенических позиций оценивается уровень загрязнения воды, предназначенный для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.
2. Нормативы качества воды распространяются не на весь водный объект, а только на пункты водополь­зования населения.
3. Вода используется населением не только для питья, приготовления пищи, личной гигиены, но и для хо­зяйственно-бытовых и рекреационных целей. Отсюда при нормировании учитывается непосредственное влия­ние химических загрязнителей на организм (санитарно-токсикологический показатель вредности), а также их влияние на органолептические свойства воды и процессы самоочищения воды водоёмов (органолептический и общесанитарный показатель вредности).
4. Для водных объектов, используемых населением (поверхностные и подземные воды, питьевая вода, вода систем горячего водоснабжения), устанавливаются единые гигиенические нормативы (ПДК, ОДУ, ПДН).
5. Для веществ, загрязняющих воду, так же как для примесей в атмосферном воздухе, установлено раздель­ное нормирование качества воды. Однако принцип разделения здесь иной и связан с приоритетным назначени­ем водного объекта или категориями водопользования. Классификация водопользования приведена на рис. 18.
6. Одновременно с ПДК для обеспечения чистоты водных объектов используется другой ограничительный норматив - *лимитирующий показатель вредности,* не имеющий количественной характеристики, но отражаю­щий приоритетность требований к качеству воды в тех случаях, когда водный объект имеет полуфункциональ­ное назначение.
7. В основу приоритетности нормирования в водных объектах культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения положены преимущественно санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический лимиты, а в рыбохозяйственных – токсикологический

В соответствии с действующей классификацией загрязнители водной среды подразделяются на четыре класса опасности. Для соединений I и II классов риск развития неблагоприятных эффектов у человека при пре­вышении установленных ПДК наиболее значителен. (по Г.В. Стадницкому, А.И. Родионову, 1996)

Состав и свойства воды водотоков и водоёмов в местах хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и рыбохозяйственного водопользования оценивают физическими, химическими и санитарно-биологическими показателями. К физическим показателям относят температуру, содержание взвешенных веществ (мутность), окраска, запах, привкус и др. Химический состав воды характеризуют ионным составом, жёсткостью, щёлочно­стью, окисляемостью, активной концентрацией водородных ионов (pH), сухим остатком, общим солесодержанием, содержанием растворённого кислорода, свободной углекислоты, сероводорода, активного хлора и др. Основными санитарно-биологическими показателями качества воды являются коли-титр (коли-индекс), общее микробное число, наличие патогенных бактерий и вирусов.

Категорий водопользования

Использование для целей рыбного хозяйства (II)

Использование для нужд населения (I)

Хозяйственно-питьевое и для предприятий пищевой промышленности

Культурно-бытовой (купание, спорт, отдых )

Места массового нагула, зимовальных ям, охраняемые зоны хозяйств, для воспроизводства водообитающих организмов

Для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб с высокой чувствительностью к содержанию кислорода

Для других рыбохозяйственных целей

Рисунок 18. Категории водопользования

Оценка качества водных ресурсов осуществляется с помощью системы основных показателей:

ПДКв - предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоёма, мг/дм3;

ПДКвр - предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоёмов, используемых для рыбохозяйственных целей, мг/дм3;

ВДКв (ОБУВв) - временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) загрязняющих веществ в воде водоёмов, мг/дм3. Нормативы устанавливаются расчётным путём на срок три го­да.

ПДС - предельно-допустимый сброс, г/ч (кг/сут.). Регламентирует массу загрязняющего вещества в сточ­ных водах, сбрасываемых в водоём. Определяется расчётным путём на период, установленный соответствую­щими органами.

БПК (биохимическая потребность в кислороде) - количество кислорода, используемого при биохимиче­ских процессах окисления органических веществ (не включая нитрификации) за определённое время инкубации пробы (2, 5, 10 или 20 суток), в миллиграммах О2 на миллиграмм вещества.

ХПК (химическая потребность в кислороде, определённая бихроматным методом) - количество кислоро­да, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде, в миллиграммах О2 на миллиграмм вещества.

ППК (МНК) - подпороговая концентрация (максимальная недействующая концентрация) химического вещества при поступлении в организм с водой, мг/дм3.

ППД (МНД) - подпороговая доза (максимальная недействующая доза) химического вещества при поступ­лении в организм с водой, мг/дм3.

При обнаружении в воде источников водоснабжения химических веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности с одинаковыми лимитирующими показателями вредности, сумма отношений обнаруженных концен­траций каждого из веществ в воде к их ПДК не должна быть более единицы. Расчёт ведётся по формуле:

$$\sum\_{i=1}^{5\left(3\right)}\frac{c\_{i}}{ПДК\_{i}}\leq 1$$

где *сi* - концентрация вещества i-го ЛПВ в расчётном створе водоёма; ПДКi - предельно допустимая концен­трация *i*-го вещества.

Для водоёмов питьевого и культурно-бытового назначения проверяют выполнение трёх неравенств, для водоёмов рыбохозяйственного назначения - пяти неравенств. При этом каждое вещество можно учитывать только в одном неравенстве.

Гигиенические и технические требования к источникам водоснабжения и правила их выбора в интересах здоровья населения изложены в ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водо­снабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора». Согласно данному стандарту состав воды пресноводных подземных и поверхностных источников водоснабжения должен соответствовать следую­щим требованиям: сухой остаток не более 1000 мг/дм3 (по согласованию с органами санитарно-эпидемиологи­ческой службы допускается до 1500 мг/дм3), концентрация хлоридов не более 350 мг/дм3, а сульфатов не более 500 мг/дм3, общая жёсткость не более 7 моль/дм3 (по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается до 10 моль/дм3), концентрации химических веществ не должны превышать ПДК для воды хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, а также норм радиационной безопасности.

**Организация контроля качества воды.** Контроль качества воды любого типа и отбор проб воды регламентируется стандартами, приведёнными в списке литературы.

Пункты контроля качества водоёмов и водотоков подразделяются на I, II, III и IV категории. Категории пунктов и их расположение определяют в установленном порядке с учётом комплекса факторов: народнохозяйственного значения водного объекта, качества воды, размера и водности водотока, количество жителей в насе­лённом пункте и других факторов.

Пункты контроля включают один или несколько створов. *Створ* - поперечное сечение водоёма или водо­тока, в котором производится комплекс работ для получения данных о составе и свойствах воды. Створы уста­навливают с учётом гидрометеорологических и морфологических особенностей водоёма или водотока, распо­ложения источников загрязнения, объёма и состава сбрасываемых сточных вод, интересов водопользователей в соответствии с правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. Два и более створа ус­танавливаются на водотоках при наличии организованного сброса сточных вод, при отсутствии организованно­го сброса сточных вод устанавливают по одному створу. Один из них располагают на расстоянии 1 км выше от источника загрязнения, вне зоны его влияния, другие - ниже источника загрязнения.

При выборе створа ниже источника загрязнения необходимо, чтобы он был расположен в месте достаточ­но полного смешения сточных вод с водой водотока.

При наличии группы источников загрязнения верхний створ располагают выше первого источника, ниж­ний - ниже последнего.

Границу зоны загрязненности (той части водоёма, в которой нарушены нормы качества воды по одному или нескольким показателям) устанавливают по размерам максимальной зоны загрязнённости, определённой расчётным путём и уточнённой при проведении обследования водоёма.

На водоёмах с умеренным и замедленным водообменом один створ устанавливают в не подверженной за­грязнению части водоёма, другой совмещают со створом сброса сточных вод; остальные створы проходят па­раллельно, по обе стороны от створа сброса сточных вод (не менее двух - на расстоянии 0,5 км ниже места сброса сточных вод и непосредственно перед местом сброса).

При выборе точного места отбора необходимо, чтобы проба была репрезентативной (адекватной водному объекту в данном месте), т.е. вода должна быть отобрана в створе полного смешения по вертикальному и гори­зонтальному профилям.

Все предполагаемые места отбора на водном объекте должны быть изучены на предмет однородности по поперечному сечению в месте отбора проб. Это осуществляется путём отбора проб через интервалы по попе­речному сечению на различных глубинах в соответствии с рекомендациями международной Организации ГСМОС/ВОДА - GEMS/W.92.1 «GEMS/WATER. Operational Guide. Third Edition (1990)».

Станции мониторинга качества воды следует размещать в местах, в которых производится измерение реч­ного стока (на гидрологических постах или вблизи их, в точках, где не происходит значительного изменения речного стока), чтобы иметь данные о расходе воды и возможность рассчитать массу стока различных опреде­ляемых веществ. Иногда можно произвести расчёт стока косвенно, учитывая данные двух или более водомер­ных станций, или провести полевые исследования.

Место отбора проб должно быть доступно при любых погодных условиях, особенно в районах с суровыми климатическими условиями.

Поскольку отобранная проба воды содержит по сохранности три типа изучаемых показателей: 1) консер­вативные, длительно сохраняющиеся (хлориды, сульфаты и т.д.); 2) не консервативные, сохраняющиеся огра­ниченное время (биогенные элементы, ионы металлов); 3) не сохраняющиеся (БПК, кислород и т.д.), место от­бора проб не должно быть слишком удалённым от лаборатории, в которой производится анализ. Время достав­ки пробы не должно превышать 24 часов для первых двух типов показателей.

При выборе места отбора следует уделять внимание вопросам безопасности, т.е. отбор проб не должен быть сопряжён с риском для жизни.

Отбор проб *поверхностных вод суши и очищенных сточных вод* регламентируется соответствующими нормативно-техническими документами.

Задачи отбора проб определяют содержание следующих программ:

1. *программы контроля качества* включают контроль концентрации веществ и характеристик состава и свойств воды на соответствие предельно допустимым концентрациям (ПДК) загрязняющих веществ и (или) допустимым нормам сбросов. Такие программы чаще всего используются службами государственного контро­ля и надзора;
2. *программы характеристики качества* включают определение значений ряда параметров за данный пе­риод времени. Программы могут быть эпизодическими, рассчитанными на конкретное исследование, кратко­срочными (для редких, но систематических наблюдений) и долгосрочными (для систематических регулярных наблюдений). Краткосрочные и долгосрочные программы также имеют исследовательский характер и являются основой оценки состояния изучаемого объекта.
3. *программы исследования причин загрязнения* направлены на определение источников загрязнения, кон­центраций загрязняющих веществ и их поведения в водном объекте.

Все виды программ должны включать установление перечня характерных параметров, методов их анализа и программу отбора проб (включающую установление местонахождения пунктов отбора проб, периодичность отбора проб, виды проб, способы отбора, устройства для отбора, способы обработки проб).

Качество воды в водных объектах редко бывает постоянным во времени, оно подвержено изменениям. Чем большее количество проб использовалось для определения значений параметров, тем уже будут пределы воз­можных различий между наблюдаемыми и истинными значениями.

Непостоянство качества воды обусловлено количественными изменениями концентрации веществ, посту­пающих в водный объект. Такие изменения могут быть вызваны естественными причинами или являться ре­зультатом деятельности человека, могут носить циклический или случайный характер. Если изменения носят циклический характер и отбор проб производится также циклично, то можно оце­нить произошедшие за цикл изменения качества воды.

Для установления частоты отбора проб необходимы предварительные исследования, включающие на пер­вом этапе сбор информации обо всех влияющих на качество воды факторах, а также о требованиях, предъяв­ляемых к качеству воды в данном месте. Если собранных данных недостаточно, проводят исследование, полная схема которого выглядит следующим образом:

1. еженедельный отбор проб в течение года;
2. ежедневный отбор проб непрерывно в течение недели каждую 13-ю неделю (четыре периода отбора в течение года);
3. отбор проб каждый час в течение суток с периодичностью 13 недель (четыре периода в течение года, 24 пробы за период);
4. отбор проб каждые четыре часа в течение недели с периодичностью 13 недель (42 пробы за период).

Используя указанную выше схему, приспособленную к местным условиям, можно получить разнообраз­ные статистические характеристики годовых, квартальных, ежедневных и месячных распределений. Предло­женные варианты исследования рекомендуются для рек, которые подвержены наибольшим изменениям.

Для озер рекомендуются следующие варианты предварительного исследования: пять последовательных дней в самое теплое время года; пять последовательных дней каждые 13 недель. Если предварительное исследование по какой-либо причине не производится, можно принять для первого года наблюдений следующую частоту отбора проб: для рек - каждые две недели; для озёр - каждые два месяца; для подземных вод - каждые три месяца.

В Государственной службе наблюдений за загрязнением поверхностных вод частота отбора и виды про­грамм связаны с категоричностью пункта контроля. Категорию пункта контроля определяют с учётом комплекса факторов.

*Пункты контроля категории 1* расположены на средних, больших водоёмах или во­дотоках, имеющих важное народнохозяйственное значение в:

* районах городов с населением свыше 1 млн. жителей;
* местах нереста и зимовья особо ценных видов промысловых организмов;
* районах повторяющихся аварийных сбросов загрязняющих веществ и заморных явлений среди водных организмов;
* районах организованного сброса сточных вод при высокой загрязнённости воды.

Допускается располагать пункты контроля категории 1 на малых водоёмах и водотоках. В пунктах катего­рии 1 наблюдения по гидрохимическим и гидрологическим показателям проводят:

* ежедневно в первом после выпуска сточных вод створе (по сокращённой программе 1). Кроме того, от­бирают пробу воды в объёме не менее 5 л для хранения в течение пяти суток на случай необходимости прове­дения гидрохимического анализа при чрезвычайных ситуациях (заморные явления, гибель рыбы и т.д.);
* ежедекадно (по сокращённой программе 2);
* ежемесячно (по сокращённой программе 3);
* в основные фазы водного режима (по обязательной программе). *Пункты контроля категории 2* располагаются на водоёмах и водотоках:
* в районах городов с населением от 0,5 до 1,0 млн. жителей;
* в местах нереста и зимовья ценных видов промысловых организмов;
* на важных для рыбного хозяйства предплотинных участках рек;

- в местах организованного сброса дренажных сточных вод с орошаемых территорий и промышленных сточных вод;

* при пересечении реками государственной границы;
* в районах со средней загрязнённостью воды.

В пунктах категории 2 наблюдения по гидрохимическим и гидрологическим показателям проводят:

* ежедневно (визуальные наблюдения);
* ежедекадно (по сокращённой программе 1);
* ежемесячно (по сокращённой программе 3);
* в основные фазы водного режима (по обязательной программе). *Пункты контроля категории 3* располагают на водоёмах и водотоках:
* в районах городов с населением менее 0,6 млн. жителей;
* на замыкающих участках больших и средних рек;
* в устьях загрязнённых притоков больших рек и водоёмов;
* в районах организованного сброса сточных вод при низкой загрязнённости воды.

В пунктах категории 3 наблюдения по гидрохимическим и гидрологическим показателям проводят:

* ежемесячно (по сокращенной программе 3);
* в основные фазы водного режима (по обязательной программе).

*Пункты категории 4* располагают на незагрязнённых участках водоёмов и водотоков, а также на водоёмах и водотоках, расположенных на территории государственных заповедников и природных национальных пар­ков, являющихся уникальными природными образованиями.

В пунктах категории 4 наблюдения по гидрохимическим и гидрологическим показателям проводят в ос­новные фазы водного режима (по обязательной программе).

Наблюдения по обязательной программе на большинстве водотоков проводят семь раз в год: во время по­ловодья - на подъёме, пике и спаде; во время летней межени - при наименьшем расходе и при прохождении дождевого паводка; осенью перед ледоставом; во время зимней межени.

На отдельных водотоках периодичность наблюдений по обязательной программе может иметь свои осо­бенности, связанные с водным режимом на:

* водотоках с длительным (более месяца) половодьем число наблюдений увеличивается до восьми в год (пробы отбирают на подъёме, пике, в начале и конце спада половодья);
* водотоках с устойчивой летней меженью, где осенний подъём воды выражен слабо, число наблюдений снижается до пяти - шести в год;
* временных водотоках число наблюдений снижается до трёх - четырёх в год;
* водотоках, характеризующихся паводочным режимом в течение всего года, число наблюдений должно быть не менее восьми;
* водотоках, расположенных в горных районах, число наблюдений может колебаться от 4 до 11 и опре­деляется типом водотока.

В зависимости о величин гидробиологических и микробиологических показателей выделяют шесть клас­сов качества воды:

I - очень чистые;

1. - чистые;
2. - умеренно загрязненные;
3. - загрязненные;
4. - грязные;
5. класс - очень грязные.

**Литература:** осн. 2 [206 -223]

**Контрольные вопросы:**

1. ПДС - предельно-допустимый сброс.

2. ВДКв (ОБУВв) - временно допустимая концентрация.

3. ПДКвр - предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ.