

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

О.И. Салатова

НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

**Учебно-методические указания для магистрантов специальности
6М071800 - Электроэнергетика**

Костанай, 2015

ББК 20.1
Н 34

Автор:

Салатова Ольга Ивановна, к.б.н., старший преподаватель кафедры экологии

Рецензенты:

Юнусова Гульнара Батырбековна, к.т.н., доцент кафедры экологии

Блисов Тилеубай Матайулы, к.с.-х.н., доцент кафедры экологии

О.И. Салатова

Н 34 Нормирование качества воды: Учебно-методические указания. -
Костанай: КГУ им. А. Байтурсынова

В пособии представлены методические указания для практических работ, в соответствии с учебной программой дисциплины, контрольные задания, а так же словарь терминов. Представлен список рекомендуемой литературы по изучению дисциплины.

Предназначено для магистрантов, обучающихся по специальности 6М071800 - Электроэнергетика

ББК 20.1

Утверждено научно-методическим советом Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова, протокол от . . 2015 г. №

© Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Содержание

Введение.....	4
1 Нормирование качества воды в водных объектах	5
1.1. Категории водоемов.....	5
1.2. Нормирование качества воды в водных объектах.....	6
1.3. Индекс загрязнения воды.....	7
1.4 Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды	7
1.5 Оценка качества воды поверхностных водных объектов.....	8
1.6 Показатели, характеризующие органолептические свойства воды.....	11
1.6.1 Органолептические свойства воды и контроль качества питьевой воды.....	12
1.6.2 Гигиеническая характеристика источников водоснабжения	14
1.6.3 Санитарное обследование водоисточников	15
1.6.4 Очистка и обеззараживание воды.....	16
Контрольные вопросы.....	18
Словарь терминов	19
Литература.....	20

ВВЕДЕНИЕ

Цель: ознакомиться с категориями водоемов и показателями качества воды, ознакомиться с требованиями к качеству воды.

- ознакомить магистрантов с главными положениями экологических исследований для получения оптимальной информации о состоянии гидросферы;
- способствовать воспитанию экологического сознания и формированию ответственности за сохранение здоровой среды обитания.

Задачи:

- изучить различные виды и системы мониторинга гидросферы, его уровни, назначение, содержание, структуру, проблемы организации;
- ознакомиться с методиками наземного химического, физического и биологического анализа состояния гидросферы;

При изучении темы магистранты должны:

знать

- назначение и классификацию мониторинга природной среды и ее отдельных подразделений;
- методы наблюдений и наземного обеспечения;
- аналитические и синтетические направления в мониторинге окружающей среды;
- знать виды мониторинга и пути его реализации, виды нормативов качества окружающей среды, принципы, методы и правила сбора, обработки и статистического анализа результатов наблюдений;
- о методиках наземного химического, физического и биологического анализа состояния окружающей среды, а также об использовании дистанционных методов мониторинговых исследований;

уметь

- выявлять и анализировать естественные и антропогенные экологические процессы и возможные пути их регулирования;
- уметь работать с литературой, статистическими данными, картографическим материалом при анализе и прогнозе состояния компонентов среды.

владеть навыками

- проведения полевых и экспериментальных экологических исследований;
- проведения оценки воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду.

быть компетентными

- в вопросах использования новых природоохранных, влаго- и энергосберегающих технологий;
- в вопросах экологической безопасности и устойчивого развития;
- в вопросах комплексной эколого-экономической оценки последствий антропогенной деятельности.

1 Нормирование качества воды в водных объектах

1.1. Категории водоемов

Под качеством воды понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования (ГОСТ 17.1.1.01-77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения»).

«Санитарными правилами и нормами охраны поверхностных вод от загрязнений» (1988 г.) устанавливаются две категории водоемов (или их участков):

1-я – водоемы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения,

2-я – водоемы рыбохозяйственного назначения.

К хозяйственно-питьевому водопользованию относится использование водных объектов или их участков в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для снабжения предприятий пищевой промышленности.

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

Водопользование - использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства водных объектов, находящихся в черте населенных мест, независимо от вида их использования объектами для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

К рыбохозяйственному водопользованию относится использование водных объектов для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

Категория водопользования определяется Министерством природных ресурсов и экологии РК.

Для каждой категории водоемов установлена соответствующая ПДК.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК хоз-быт) – это 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.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДК рыб-хоз) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых.

ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» содержат 1356 наименований вредных веществ. Однако для регулярных наблюдений на водных объектах

контролирующими органами обычно используется не более 30-100 ингредиентов.

Биологическая потребность в кислороде (БПК) - количество кислорода, необходимое для полного биологического окисления загрязнений содержащихся в воде.

Величина ПДК рыб-хоз для подавляющего большинства нормируемых веществ всегда значительно меньше ПДК хоз-быт. Это объясняется тем, что токсические соединения могут накапливаться в организме рыб в весьма значительных количествах без влияния на их жизнедеятельность.

Для веществ, внедрение которых находится на стадии производственных испытаний, может быть установлен временный гигиенический норматив - ориентировочный допустимый уровень (ОДУ), разработанный на основе расчетных и экспресс экспериментальных методов прогноза токсичности.

Синтетические поверхностно-активные веществ (СПАВ) относятся к обширной группе веществ, понижающих поверхностное натяжение воды. Они входят в состав синтетических моющих средств, широко применяемых в быту и промышленности

ОДУ утверждены в ГН 2.1.5.2307-07 «Ориентировочные допустимые уровни химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

Вредные вещества, попадающие в водные объекты, разнообразны по своему составу, в связи с чем, их нормируют по принципу лимитирующего показателя вредности (ЛПВ), под которым понимают наиболее вероятное неблагоприятное воздействие данного вещества.

Для водоемов первого типа используют три ЛПВ:

- санитарно-токсикологический, (показатель характеризует вредное воздействие на организм человека),
- общесанитарный (определяет влияние вещества на процессы естественного самоочищения вод за счет биохимических и химических реакций с участием естественной микрофлоры),
- органолептический (показатель вредности характеризует способность вещества изменять органолептические свойства воды – на цвет, запах, прозрачность, привкусы и т. д.);

для водоемов второго типа – пять ЛПВ – дополнительно к перечисленным:

- токсикологический (показывает токсичность вещества для живых организмов, населяющих водный объект),
- рыбохозяйственный (показатель вредности определяет порчу качества промысловых рыб).

1.2 Оценка качества воды поверхностных водных объектов

Для водотоков первой категории соответствие нормам проверяется в контрольном створе¹⁶, расположенном на 1 км выше водозабора, а для непроточных – в радиусе 1 км.

Для рыбохозяйственных водоемов вода должна соответствовать нормам в месте выпуска сточных вод при рассеивающем выпуске (наличие течения), а при отсутствии течений – не далее чем в 500 м от места выпуска.

Контрольный створ - поперечное сечение водного потока, в котором контролируется качество воды.

а) водоемы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения,

б) водоемы рыбохозяйственного водопользования.

1.3. Индекс загрязнения воды

Индекс загрязнения воды (ИЗВ) – условный комплексный показатель качества воды, учитывающий наиболее распространенные загрязняющие вещества.

ИЗВ рассчитывают в соответствии с «Методическими рекомендациями по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям» по формуле:

где C_i - концентрация i -го вещества, мг/л;

ПДК $_i$ - установленная величина для соответствующего типа водного объекта и i -го вещества, мг/л;

N - число показателей, используемых для расчета индекса.

Расчет ИЗВ проводится по 6 ингредиентам, среди которых обязательными являются растворенный кислород и БПК $_5$, остальные четыре - специфические загрязняющие вещества с наибольшим превышением нормативных показателей.

1.4 Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды

В настоящее время для определения степени загрязненности воды используется также Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) – относительный комплексный показатель степени загрязненности поверхностных вод. Условно оценивает в виде безразмерного числа долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ, в среднем одним из учтенных при расчете комбинаторного индекса ингредиентов и показателей качества воды. Позволяет приводить сравнение степени загрязненности воды в различных створах и пунктах при условии различия программа наблюдений.

Значения УКИЗВ может варьироваться в водах различной степени загрязненности от 1 до 16. Большому значению индекса соответствует худшее качество воды в различных створах, пунктах и т.д.

Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности:

1-й класс – условно чистая,

2-й класс – слабо загрязненная,

3-й класс - загрязненная,

4-й класс – грязная,

5-й класс – экстремально грязная.

Большей степени загрязненности воды комплексом загрязняющих веществ соответствует больший номер класса. Каждый класс разделен на разряды.

УКИЗВ рассчитывают в соответствии с Методическими указаниями «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (РД 52.24.643-2002).

1.5 Оценка качества воды поверхностных водных объектов

Одна из наиболее острых экологических проблем — состояние поверхностных вод, т.е. рек и озер. Проблема состояния поверхностных вод имеет два аспекта: количественный и качественный. И тот, и другой аспект составляют одно из важнейших условий существования живых существ, в том числе и особенно — человека. Хотя морские воды представляют собой объект, отличающийся от поверхностных вод, проблемы воздействия антропогенной деятельности на моря и последствия их во многом схожи с проблемами поверхностных вод. Оценка качества поверхностных вод (прежде всего степени их загрязненности) относительно хорошо разработана и базируется весьма представительном пакете нормативных и директивных документов, использующих прямые гидрохимические и гидрологические методы и критерии оценки.

Оценка количественных аспектов водных ресурсов (в т.ч. их загрязнения) преследует двоякую цель. Во-первых, необходимо оценить возможности удовлетворения потребностей планируемой деятельности в водных ресурсах, а во-вторых, последствия возможного изъятия и части этих и загрязнения оставшихся ресурсов для других предприятий и жизнедеятельности населения. Для таких оценок необходимо исходить из знания гидрологических особенностей и закономерностей режима водных объектов, являющихся источниками [водоснабжения](#), а также существующие уровни водопотребления и объемов водных ресурсов, требуемых для реализации проекта. Последнее включает в себя также технологическую схему водопотребления (безвозвратное, оборотное, сезонное и т.д.) и является оценкой прямого воздействия планируемой деятельности на количество водных ресурсов.

Однако большое значение имеет также косвенное воздействие, сказывающееся, в конечном счете, на гидрологических характеристиках водных объектов. К косвенным воздействиям относятся нарушения русла рек (драгами, земснарядами и др.), изменение поверхности водосбора (распашка земель, вырубка лесов), подпруживание (подтопление) при строительстве или понижении уровня грунтовых вод и многое другое.

Необходимо выявить и проанализировать все возможные виды воздействий и вызываемых ими последствий. Наиболее распространенным и существенным фактором, обуславливающим дефицит водных ресурсов во многих регионах, является загрязнение водных источников, о котором обычно судят по данным режимных и других наблюдений службами мониторинга Росгидромета и других ведомств, контролирующими состояние водной среды.

Каждый водный объект обладает присущим ему природным гидрохимическим качеством, являющимся его исходным свойством, которое формируется под влиянием гидрологических и гидрохимических процессов, протекающих в каждом водоеме, а также интенсивности его внешнего загрязнения.

Совокупное воздействие этих процессов способно как нейтрализовать вредные последствия попадания в водоемы антропогенных загрязнителей (самоочищение водоемов), так и привести к их стойкому ухудшению качества водных ресурсов (загрязнение, засорение, истощение). Способность самоочищения каждого водного объекта, т.е. количество загрязняющих веществ, которое может быть "переработано" и нейтрализовано водоемом, зависит от разных факторов и подчиняется определенным закономерностям (поступающее количество воды, разбавляющей загрязненные стоки, её температура, изменение этих показателей по сезонам, качественный состав загрязняющих ингредиентов и др.).

Пожалуй, одним из главных факторов, определяющих возможные уровни загрязнения водоемов, помимо их природных свойств, является исходное гидрохимическое состояние, возникающее под влиянием антропогенной деятельности. Прогнозные оценки состояния загрязнения водоемов могут быть получены путем суммирования существующих уровней загрязнения и дополнительных количеств ЗВ, планируемых к поступлению от проектируемого объекта. При этом необходимо учитывать как прямые (непосредственный сброс в водоемы), так и косвенные (поверхностный сток, внутриводный сток, аэрогенное загрязнение и т.д.) источники.

Основным критерием загрязнения воды также являются ПДК, среди которых различают санитарно-гигиенические (нормируют по влиянию на здоровье человека), и рыбохозяйственные, разработанные для защиты гидробионтов (живых существ водных объектов). Последние, как правило, строже, т.к. обитатели водоемов обычно более чувствительны к загрязнению, нежели человек.

Приведенные в таблице классы состояния поверхностных вод соответствуют: Н - нормальной степени загрязнения; Р - малой степени превышения нормы загрязнения; К - средней степени превышения нормы загрязнения; Б - катастрофически высокой степени загрязнения. Не менее важными, чем показатели качества вод, являются ресурсные критерии оценки. Для поверхностных вод в качестве критериев оценки их ресурсов рекомендуются два наиболее емких а показателя: величина поверхностного (речного) стока или изменение его режима применительно к определенному бассейну и величина объема единовременного отбора воды. Эти критерии, с ранжированием по классам состояния, приведены в табл. 3.

Сами критерии являются общепризнанными и используются в указанных нормативных документах, а их градация по классам состояния поверхностных вод условная, но опирается на данные из публикаций специалистов.

Учитывая всё вышесказанное, при обосновании и оценке воздействия на поверхностные воды Регламентом проведения ГЭЭ рекомендуется рассматривать следующее.

1. Гидрографическая характеристика территории.
2. Характеристика источников [водоснабжения](#), их хозяйственное использование.
3. Оценка возможности забора воды из поверхностного источника на производственные нужды в естественных условиях (без регулирования речного стока; с учетом существующей зарегулированности речного стока).
4. Местоположение водозабора, его характеристика.
5. Характеристика водного объекта в расчетном створе водозабора (гидрологический, гидрохимический, ледовый, термический, скоростной режимы водного стока, режим наносов, русловые процессы, опасные явления: заторы, наличие шуги).
6. Организация санитарно-защитной зоны водозабора.
7. Водопотребление в период строительства объекта. Водохозяйственный баланс предприятия. Оценка рациональности использования воды.
8. Характеристика сточных вод - расход, температура, состав и концентрации загрязняющих веществ.
9. Технические решения по очистке сточных вод в период строительства объектами его эксплуатации - краткое описание очистных сооружений и установок (технологическая схема, тип, производительность, основные расчетные параметры), ожидаемая эффективность очистки.
10. Повторное использование вод, оборотное водоснабжение.
11. Способы утилизации осадков очистных сооружений.
12. Сброс сточных вод - место сброса, конструктивные особенности выпуска, режим отведения сточных вод (периодичность сбросов).
13. Расчет предельно-допустимого сброса (ПДС) очищенных сточных вод.
14. Характеристика остаточного загрязнения при реализации мероприятий по очистке сточных вод (в соответствии с предельно-допустимым сбросом).
15. Оценка изменений поверхностного стока (жидкого и твердого) в результате перепланировки территории и снятия растительного слоя, выявление негативных последствий этих изменений на водный режим территории.
16. Оценка воздействия объекта на поверхностные воды в процессе строительства и эксплуатации, включая последствия воздействия отбора воды на экосистему водоема; тепловое, химическое, биологическое загрязнение, в том числе при авариях.
17. Оценка изменений русловых процессов, связанных с прокладкой линейных сооружений, строительством мостов, водозаборов, и выявление негативных последствий этого воздействия в том числе на гидробионты.
18. Прогноз воздействия намечаемого объекта (отбор воды, остаточное загрязнение при сбросе очищенных сточных вод, изменение температурного режима и др.) на водную флору и фауну, на хозяйственное и рекреационное использование водных объектов, условия жизни населения.
19. Организация контроля за состоянием водных объектов.

20. Объем и общая стоимость водоохраных мероприятий, их эффективность и очередность реализации, включая мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий аварий.

1.6 Показатели, характеризующие органолептические свойства воды

Основными источниками водоснабжения являются подземные воды и открытые водоемы. В некоторых случаях для питьевых целей может использоваться атмосферная вода (дождевая, снеговая) или морская, прошедшая процесс опреснения.

1.6.1 Органолептические свойства воды и контроль качества питьевой воды

Наряду с положительным влиянием вода в некоторых случаях может оказывать и отрицательное воздействие на организм. Это бывает не только при употреблении для питья и при приготовлении пищи недоброкачественной воды, но и во время купания и занятий водными видами спорта в такой воде. Загрязненная вода может стать причиной ряда инфекционных заболеваний: брюшного тифа, паратифов, дизентерии и др. С водой передаются яйца и личинки гельминтов, а также возбудители протозойных заболеваний. Патогенные микробы могут попадать в воду с различными нечистотами и отходами. По данным ВОЗ, из-за низкого качества питьевой воды ежегодно в мире умирает около 5 млн человек. Поэтому безопасность воды в эпидемическом отношении является одним из важнейших гигиенических требований.

Согласно установленным гигиеническим нормам, питьевая вода должна отвечать следующим требованиям:

1) быть безопасной в эпидемическом отношении, т.е. не содержать патогенных бактерий, яиц и личинок гельминтов, а также возбудителей протозойных заболеваний;

2) иметь безвредный химический состав, т. е. не содержать избытка солей, способных оказать вредное воздействие на здоровье человека, быть свободной от ядовитых веществ и радиоактивных загрязнений;

3) иметь благоприятные органолептические свойства, т. е. быть прозрачной, бесцветной, с определенной температурой, не иметь запаха и привкуса, обладать освежающим действием.

Безопасность воды в эпидемическом отношении определяется по косвенным бактериологическим показателям:

1) степень общего бактериального загрязнения,

2) содержание группы кишечной палочки.

Первый показывает, насколько благоприятны или неблагоприятны условия для существования микробов в воде, в том числе и болезнетворных. При этом определяется общее количество бактерий в 1 мл воды. По существующим нормам в 1 мл питьевой воды не должно содержаться более 100 микробов.

Определение патогенных микробов в воде — сложное и длительное дело. Основным источником бактериального загрязнения воды служат фекалии человека, в которых могут содержаться эти микробы. Показателем фекального загрязнения воды служит кишечная палочка, которая обитает в кишечнике человека и животных. Большое количество ее в воде косвенно указывает на загрязнение возбудителями кишечных инфекций.

Второй показатель — содержание кишечной палочки в воде — определяется коли-индексом или коли-титром. Коли-индекс — это количество кишечных палочек, содержащихся в 1 л воды; коли-титр — наименьший объем воды, в котором удается обнаружить одну кишечную палочку. Определение коли-индекса производится методом мембранных фильтров. Для водопроводной воды коли-индекс должен быть не более трех, а коли-титр — 300 мл. В воде искусственных бассейнов коли-титр может быть 100 мл.

Органолептические свойства воды характеризуются:

1) интенсивностью допустимого изменения таких показателей, как запах, вкус, цветность, мутность;

2) содержанием химических веществ, вредность которых определяется их способностью в наименьших концентрациях ухудшать эти показатели.

Вода не должна иметь такого запаха и привкуса, которые делают ее неприятной для питья, купания и плавания, а также свидетельствуют о попадании в воду посторонних веществ. Вода должна быть бесцветной.

Мутность воды зависит от содержания в ней взвешенных частиц. Она определяется специальным прибором — мутномером, в котором замутнение воды сравнивается с эталонными растворами. Нормативы органолептических свойств питьевой воды приведены в таблицах:

Таблица 3

Показатель	Норматив
Запах при 20 °С и при нагревании до 60 °С, баллы, не более	2
Вкус и привкус при 20 °С, баллы, не более	2
Цветность, градусы, не более	20
Мутность по стандартной шкале, мг/л, не более	1,5

Примечание. По согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускаются увеличения цветности до 35 °С, мутности (в паводковый период) до 2 мг/л.

Нормативы показателей, влияющих на органолептические свойства воды (по ГОСТу 2874—82 «Вода питьевая»)

Показатель	Норматив
Водородный показатель, рН	6,0—9,0
Железо (Fe), мг/л, не более	0,3
Жесткость общая, мг-экв/л, не более	7,0
Марганец (Mn), мг/л, не более	0,1
Медь (Cu), мг/л, не более	1,0
Полифосфаты остаточные (PO_4^{3-}), мг/л, не более	3,5
Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л, не более	500
Сухой остаток, мг/л, не более	1000
Хлориды, Cl^- , мг/л, не более	350
Цинк (Zn), мг/л, не более	5,0

Примечания: 1. Для водопроводов, подающих воду без спец. обработки, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, допускаются: сухой остаток до 1500 мг/л, общая жесткость до 10 мг/л экв/л, марганец до 0,5 мг/л.

2. Сумма концентрации хлоридов и сульфатов, выраженных в долях предельно допустимых концентраций (ПДК) каждого из этих веществ в отдельности, не должна быть более одного.

Нормативы химического состава питьевой воды представлены в табл. 5.

Таблица 5.

Нормативы химического состава питьевой воды (по ГОСТу 2874—82 «Вода питьевая»)

Химические вещества	Норматив
Алюминий остаточный (Al), мг/л, не более	0,5
Бериллий (Be), мг/л, не более	0,0002
Молибден (Mo), мг/л, не более	0,25
Мышьяк (As), мг/л, не более	0,05
Нитраты (NO_3), мг/л, не более	45,0
Полиакриламид остаточный, мг/л, не более	2,0
Свинец (Pb), мг/л, не более	0,03
Селен (Se), мг/л, не более	0,001
Стронций (Sr), мг/л, не более	7,0
Фтор (F), мг/л, не более для климатических р-ов:	
I и II	1,5
III	1,2
IV	0,7

Химические вещества, влияющие на органолептические свойства воды, встречаются в природных водах или добавляются в процессе ее обработки. К ним относятся: сухой остаток, хлориды, сульфаты, железо, марганец, медь, цинк, остаточный алюминий, гексаметафосфат, триполифосфат, общая жесткость воды. Резкие изменения химического состава воды, которые нельзя объяснить естественными причинами, помимо ухудшения органолептических свойств свидетельствуют о загрязнении воды посторонними веществами.

Особую ценность имеют результаты динамических анализов, помогающие определить изменения химического состава воды.

Гигиеническая оценка воды осуществляется на основании следующих данных: санитарного обследования водоисточников, исследований физических, химических и бактериологических свойств воды. Наряду с этим применяются гельминтологические, гидробиологические, радиометрические и другие методы исследования воды.

1.6.2 Гигиеническая характеристика источников водоснабжения

Основными источниками водоснабжения являются подземные воды и открытые водоемы. В некоторых случаях для питьевых целей может использоваться атмосферная вода (дождевая, снеговая) или морская, прошедшая процесс опреснения.

Подземные воды образуются при скоплении в почве просочившейся через нее воды. Скопление их происходит в слое водопроницаемых пород (песке, гравии, трещиноватом известняке), ниже которых располагается слой водоупорных пород (глины, гранита). Водонепроницаемые и водоупорные слои чередуются.

Подземные воды, находящиеся на первом от поверхности земли водоносном слое, называются грунтовыми. Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 1—2 до нескольких десятков метров. Пройдя через почву, грунтовые воды, начиная с 5—6 м., обычно не содержат патогенных микробов. Однако если почва загрязняется различными нечистотами, то в грунтовые воды могут попасть микробы. Чем больше загрязнение почвы и чем ближе к поверхности расположены грунтовые воды, тем реальнее опасность их бактериального загрязнения.

Подземные воды, находящиеся в водоносном слое (горизонте), расположенном между двумя водонепроницаемыми слоями, называются межпластовыми водами. Если пробурить скважину в наклонно расположенном межпластовом горизонте, то вода в ней поднимается. Такие межпластовые воды, которые поднимаются выше уровня, где они были встречены при бурении, называются напорными или артезианскими. Межпластовые воды могут выходить на поверхность в виде родников.

Артезианские воды, проходя в почве длинный путь, фильтруются, освобождаются от микробов, обогащаются минеральными солями. Они отличаются прозрачностью, отсутствием взвешенных частиц, низкой температурой, постоянным минеральным составом. Артезианская вода является лучшим источником водоснабжения.

Однако при использовании артезианских вод нельзя полностью исключать опасность загрязнения. Его причиной могут быть трещины в земных породах, заброшенные шахты и др. Поэтому артезианские воды также нуждаются в систематическом санитарном контроле.

Открытые водоемы (пруды, озера, реки) образуются на поверхности земли при стекании атмосферной воды. Они могут также частично питаться подземными водами. Открытые водоемы обычно загрязняются сточными

бытовыми и промышленными водами, атмосферной и талой водой. Однако в водоемах постоянно идут процессы самоочищения: разбавление сточных вод, осаждение взвешенных частиц, минерализация органических веществ, отмирание микробов и т. д. Скорость самоочищения зависит от степени загрязненности воды и величины водоема. При исчерпании возможностей самоочищения вода становится непригодной для питья, оздоровительных и хозяйственных нужд. Наибольшей способностью к самоочищению обладают полноводные реки, а возможности небольших и непроточных водоемов в этом отношении весьма ограничены.

Санитарные правила рекомендуют выбирать водоисточники для пользования в следующем порядке:

- 1) межпластовые напорные (артезианские) воды;
- 2) межпластовые безнапорные воды, в том числе родниковые;
- 3) грунтовые воды;
- 4) открытые водоемы.

1.6.3 Санитарное обследование водоисточников

Санитарное обследование водоисточника имеет важное значение при выборе мест для размещения пионерских и спортивно-оздоровительных лагерей, для массовых купаний и устройства плавательных бассейнов на открытых естественных водоемах.

Санитарное обследование водоисточника включает: осмотр на месте (санитарно-топографическое обследование); взятие пробы воды для исследования; изучение заболеваемости среди населения и животных в районе расположения водоисточника.

При осмотре водоисточника основное внимание обращается на выявление возможных причин загрязнения воды: сточные воды промышленных предприятий, бань, прачечных; туалеты; помойные ямы и др. Для этого осматривают не только водоисточник, но и прилегающую к нему территорию. Если водоем предполагается использовать для массового купания и плавания, обследуют грунт и рельеф берегов и дна. На дне не должно быть ям и обрывов, выхода холодных ключей, камней, коряг и других предметов, опасных для купающихся. Скорость течения воды не должна превышать 0,5—1 м/с.

Если источник используется для питьевых целей, следует, кроме того, подробно обследовать место забора воды: расположение его по течению реки, состояние водозаборных и очистных сооружений. При обследовании колодца важно изучить место его расположения по отношению к возможным источникам загрязнения, определить характер рельефа местности и почвы, а также тип колодца (трубчатый, шахтный и др.). При этом необходимо обратить внимание на следующее: расстояние от колодца до жилых, хозяйственных и животноводческих помещений, туалетов, помойных ям, кладбищ, скотомогильников; состояние сруба колодца и уровень его возвышения над почвой; наличие глиняного замка и ската в сторону от колодца, а также навеса

и крыши; характер водоподъемных устройств (тип насоса, наличие общественного ведра); глубину колодца.

Взятие пробы воды для исследования производится следующим образом. Для химического анализа воду (2—5 л) набирают в чистые бутылки, предварительно сполоснув их водой из источника. Взятие пробы из открытых водоемов или колодцев производится на той глубине, где уже проводится или предполагается забор воды населением. При этом применяют специальные приборы (батометры) или используют бутылку с грузом, у которой на заданной глубине пробка открывается при помощи веревки. Для бактериологического анализа воду (250—500 мл) берут с глубины 15—20 см в стерильную посуду. Перед тем как взять воду из водопроводных кранов, нужно ее спустить в течение 10—15 мин.

Бутылку с исследуемой водой закрывают пробкой, нумеруют и прилагают к ней сопроводительный бланк, в котором указывают название водоисточника, его расположение, время взятия пробы и состояние погоды в этот момент. Если сразу анализ провести невозможно, то допускается транспортировка и хранение воды (для химического анализа — не более 6 ч, для бактериологического — не более 2 ч) при температуре воды 1—5°C. При перевозке нельзя опрокидывать бутылки и замачивать пробки.

Изучение заболеваемости населения и животных в районе водоисточника производится путем анализа отчетных материалов и бесед о заболеваемости с работниками городских и районных СЭС. Особое внимание обращается на заболеваемость дизентерией, брюшным тифом, паратифами, а также на такие заболевания, как туляремия, лептоспироз и др.

1.6.4 Очистка и обеззараживание воды

Очистка воды — это ее освобождение от взвешенных частиц. При этом улучшаются физические свойства воды (устраняются мутность и цветность). Очистку можно осуществить с помощью отстаивания и фильтрации, но это требует длительного времени и не дает хорошего эффекта. Чаще всего для очистки воды применяют коагуляцию с последующим фильтрованием. Для этого обычно используют сернокислый алюминий — $Al_2(SO_4)_3$ (глинозем). При добавлении к воде он вступает в реакцию с двууглекислыми солями кальция и магния, образуя гидрат окиси алюминия — $Al(OH)_3$, который в виде студенистых хлопьевидных сгустков оседает на дно, увлекая за собой взвешенные частицы. После коагуляции вода проходит через фильтры, и таким образом завершается ее очистка.

Обеззараживание воды направлено на уничтожение в ней микробов, для чего используются кипячение, хлорирование, озонирование, обработка ультрафиолетовыми лучами и др.

При кипячении воды за 5—10 мин практически погибают все микробы. С помощью этого способа нельзя получить большого объема воды.

Хлорирование — наиболее распространенный способ обеззараживания воды. Он отличается эффективностью, простотой и экономичностью. На

водопроводных станциях и в плавательных бассейнах обеззараживание воды осуществляют газообразным хлором. Для этого применяют специальные приборы — хлораторы, обеспечивающие необходимую дозировку и непрерывную подачу хлора в резервуары с чистой профильтрованной водой или непосредственно в водопроводную сеть.

Попадая в воду, хлор образует хлорноватистую кислоту, быстро разлагающуюся на свободный хлор и кислород, которые оказывают губительное действие на микробы, причем считается, что хлор здесь играет главную роль. При хлорировании воды лишь небольшое его количество затрачивается на уничтожение микробов. Большая же часть связывается со взвешенными частицами, вступает в реакцию с органическими веществами, идет на окисление неорганических. Все это определяет хлорпоглощаемость воды. Чем больше в воде примесей, тем выше ее хлорпоглощаемость.

При введении в воду количества хлора, превышающего ее хлорпоглощаемость, образуется избыток хлора, который называется остаточным хлором. Количество хлора, необходимое для обеззараживания воды, называется хлорпотребностью воды.

Оптимальной дозой хлора является такая, которая при контакте с водой в течение 30 мин обеспечивает содержание в ней 0,3—0,5 мг/л остаточного хлора (ГОСТ 2874—82). Его концентрация свидетельствует о надежном обеззараживании воды и в то же время не вредна для здоровья и не изменяет органолептических свойств воды.

Озонирование воды осуществляется с помощью озона, который пропускают через нее. Здесь озон разлагается с образованием атомарного кислорода, который губительно действует на микробы, в том числе патогенные. Озон не только оказывает бактерицидный эффект, но и улучшает физические свойства воды. Весьма важно, что при озонировании в воду не вносятся посторонние химические вещества, не меняется минеральный состав воды.

Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами происходит в специальных бактерицидных установках, где вода (тонким слоем) протекает между искусственными источниками ультрафиолетовой радиации. При этом не изменяется минеральный состав воды и не образуются неприятные запахи и привкусы. Эффективность обеззараживания воды этим методом зависит от количества взвешенных веществ.

Очистка и обеззараживание воды в полевых условиях имеет ряд особенностей. Преподаватели физического воспитания должны хорошо их знать и уметь применять при организации водоснабжения на учебно-тренировочных сборах, в спортивно-оздоровительных лагерях, в туристских походах.

Для очистки воды в полевых условиях применяется коагуляция воды с использованием сернокислого алюминия и простейшие фильтры.

Для обеззараживания воды в полевых условиях чаще всего применяют кипячение или хлорирование.

При хлорировании воды в полевых условиях обычно применяют хлорную (белильную) известь. Качество хлорной извести в основном зависит от

содержания в ней так называемого активного хлора, т. е. хлора, оказывающего обеззараживающее действие. При длительном хранении извести содержание в ней активного хлора снижается под влиянием различных внешних факторов. Поэтому перед хлорированием воды в каждой новой порции извести следует проверить содержание активного хлора. Нельзя применять хлорную известь с содержанием в ней активного хлора менее 15 %. Хлорную известь необходимо хранить в закрытой посуде в сухом, прохладном и темном месте.

Хлорирование воды в полевых условиях обычно проводится двумя способами:

- 1) нормальными дозами с учетом хлорпотребности воды;
- 2) повышенными дозами (перехлорирование).

Хлорирование нормальными дозами применяется для обеззараживания воды, прошедшей очистку. При этом способе дезинфекции требуется такое количество хлорной извести, которое способно обеспечить наличие в воде 0,3—0,5 мг/л остаточного хлора за 30 мин контакта воды с хлором летом и за 1—2 ч зимой. Доза хлора подбирается опытным путем.

Хлорирование воды повышенными дозами производится в тех случаях, когда нет другой возможности очистить воду или когда есть подозрение на значительное ее бактериальное загрязнение. При этом доза хлора берется заведомо большей — 8—20 мг активного хлора на 1 л воды. После этого для удаления остаточного хлора добавляется гипосульфит, и вода фильтруется.

Для обеззараживания воды в колодцах можно применять хлорирование воды с помощью дозирующего патрона, изготовленного из пористой керамики. Внутри патрона насыпают 150—600 г хлорной извести, наливают 100—300 мл воды и перемешивают до образования однородной кашицы. После этого патрон закрывают пробкой и опускают в колодец на расстояние 20—50 см от дна. Раствор хлорной извести через поры патрона непрерывно поступает в воду и обеззараживает ее. Длительность действия патрона 20—30 суток. Когда хлорный раствор в патроне израсходуется и в воде исчезнет остаточный хлор, патрон вынимают, промывают, вновь заряжают и опускают в колодец.

Для обеззараживания небольшого количества воды используют кипячение или таблетки, содержащие хлор: пантоцид (1 таблетка содержит 3 мг активного хлора), аквацид (4 мг активного хлора) или йодные таблетки (3 мг активного хлора йода).

Контрольные вопросы:

- 1 Категории водоемов
- 2 Нормирование качества воды в водных объектах
- 3 Индекс загрязнения воды
- 4 Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды
- 5 Оценка качества воды поверхностных водных объектов
- 6 Показатели, характеризующие органолептические свойства воды
- 7 Органолептические свойства воды и контроль качества питьевой воды
- 8 Гигиеническая характеристика источников водоснабжения
- 9 Санитарное обследование водоисточников

- 10 Очистка и обеззараживание воды
- 11 Какие категории водоемов устанавливаются санитарными нормами и правилами?
- 12 Что понимается под качеством воды?
- 13 Что такое индекс загрязнения воды?
- 14 Как рассчитывается индекс загрязнения воды?
- 15 Что такое «2 коли индекс» и «коли-титр»?
- 16 Что относится к микробиологическим показателям качества воды?
- 17 Перечислите органолептические свойства воды?
- 18 Какие методы используются для определения органолептических свойств воды?

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Санитарные правила и нормы (СанПиН) — нормативно-правовой акт, объединяющий требования отдельных санитарных правил, норм и гигиенических нормативов.

Технические условия (ТУ) – документ, разработанный на конкретную продукцию: изделие, материал, вещество и др.

Вредное (загрязняющее) вещество - Химическое или биологическое вещество либо смесь таких веществ, которые содержатся в атмосферном воздухе и которые в определенных концентрациях оказывают вредное воздействие на здоровье человека и окружающую природную среду

Ассимилирующая способность водного объекта - способность водного объекта принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контрольном створе (пункте) водопользования.

Возвратная вода - вода, организованно возвращаемая с помощью технических сооружений и средств из хозяйственного звена круговорота воды в естественные звенья (океаническое, озерное, речное, литогенное). Обобщенное название отводимых в водный объект сточных, сбросных и дренажных вод.

Контрольный створ водопользования - поперечное сечение водотока или дуга на акватории водоема, радиус которой определяется по п. 2.10 настоящих Правил, в которых должны соблюдаться нормы качества воды.

Лимитирующий признак вредности вещества в воде - признак, характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в воде.

Нормативный срок ввода сооружений в эксплуатацию - период от начала проектирования до ввода в эксплуатацию объектов, включая природоохранные, установленный соответствующими нормативными документами, например СНиП 1.04.03-85 "Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений".

Нормированное вещество - примесь в воде, для которой установлена предельно допустимая концентрация (ПДК).

Пограничный створ - поперечное сечение водотока на границе государств, нормативное качество воды, в котором устанавливается межгосударственным соглашением.

Предельно допустимая концентрация вещества в воде (ПДК) - концентрация индивидуального вещества в воде, выше которой вода непригодна для установленного вида водопользования. При концентрации вещества, равной или меньшей ПДК, вода остается такой же безвредной для всего живого, как и вода, в которой полностью отсутствует данное вещество.

Предельно допустимый сброс вещества в водный объект (ПДС) - масса вещества в возвратной воде, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды.

Контролируемые показатели - показатели состава и свойств воды, подлежащие контролю при проверке соблюдения установленных норм качества воды в водном объекте и на выпуске возвратных (сточных) вод.

Сбросная вода - оросительная и поливомоечная вода, отводимая соответственно от орошаемых сельхозугодий и застроенных территорий; разновидность возвратной воды.

Сточная вода - разновидность возвратной воды; включает хозяйственно - бытовую сточную воду населенных мест, дождевую (снеговую) сточную воду, стекающую с застроенных территорий, производственную сточную воду.

Токсикологический контроль воды - проверка методом биотестирования соответствия токсических свойств воды установленным требованиям.

Фоновая концентрация - концентрация вещества в воде, рассчитываемая применительно к данному источнику примесей в фоновом створе водного объекта при расчетных гидрологических условиях, учитывающая влияние всех источников примесей за исключением данного источника.

Фоновый створ - поперечное сечение потока, в котором определяется фоновая концентрация вещества в воде.

Литература:

1. Коновалова В.А. Нормирование качества окружающей среды: учебное пособие. –М.: РГУИТП, 2011.
2. Емельянов А.Г. Комплексный геоэкологический мониторинг. - Тверь, 1994.
3. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
4. Муравьева А.Г., Каррыев Б.Б., Ляндзберг А.Р. Оценка экологического состояния почвы. - СПб: "Крисмас+", 2000.
5. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. - М.: Наука, 2001.
6. Карлович И.А. Геоэкология: Учебник для высшей школы. – М.: Академический Проект: Альма-Матер, 2005.
7. Емельянов А.Г. Комплексный геоэкологический мониторинг. - Тверь, 1994.
8. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв: Учебник. – М.: Академический Проект; Лаудеамус, 2007.