

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

**Кафедра гигиены животных**

# **ГИГИЕНА ЖИВОТНЫХ. ГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВОДЫ**

Учебно-методическое пособие

для студентов по специальности  
1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза»

Витебск  
ВГАВМ  
2022

УДК 619:614.7

ББК 48.113

Г46

Рекомендовано к изданию методической комиссией  
биотехнологического факультета УО «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины»  
от 19.05.2022 г. (протокол № 5)

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук, доцент *М. М. Карпеня*; кандидат ветеринарных наук, доцент *А. Н. Карташова*; кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *И. В. Щебеток*; кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *М. В. Рубина*; кандидат ветеринарных наук, доцент *С. Б. Спиридонов*; старший преподаватель *С. М. Луцыкович*; ассистент *В. В. Гуйван*; ассистент *Т. В. Ерошкина*

Рецензенты:

доктор ветеринарных наук, профессор *Д. Г. Готовский*;  
кандидат ветеринарных наук, доцент *Т. В. Медведская*

**Гигиена животных. Гигиенический контроль воды** : учеб.-метод. пособие для студентов по специальности 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза» / М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 44 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с учебной программой по дисциплине «Гигиена животных» в разделе «Общая гигиена» для студентов высших с.-х. учебных заведений, обеспечивающих специальность 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза».

В пособии представлены современные методики определения наиболее значимых гигиенических показателей качества воды для поения животных. Содержит гигиенические нормативы качества воды централизованного и децентрализованного питьевого водоснабжения.

УДК 619:614.7

ББК 48.113

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной  
медицины», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
Тема 1.	Санитарно-топографическое обследование водоисточника. Отбор проб воды	6
Тема 2.	Гигиеническая оценка воды по физическим (органолептическим) свойствам	10
Тема 3.	Определение окисляемости воды	18
Тема 4.	Определение аммиака, нитритов и нитратов в воде	20
Тема 5.	Определение хлоридов, сульфатов, железа и активной реакции воды	24
Тема 6.	Определение жесткости воды	27
Тема 7.	Определение активного хлора в растворе хлорной извести. Хлорирование и дехлорирование воды	29
Тема 8.	Оценка воды по бактериологическим свойствам	33
	Список рекомендуемой литературы	36
	Приложения	37

## ВВЕДЕНИЕ

Вода – один из самых важных элементов окружающей среды, она необходима для жизни человека, животных и растений. Вода нужна организму больше, чем все остальное, за исключением кислорода. Без пищи животное может прожить более месяца, а без воды – лишь несколько дней. Это объясняется тем, что вода входит в состав всех биологических тканей организма и составляет 60-70% его массы. Потеря 20% жидкости приводит к гибели.

Трудно переоценить роль воды в нормальной жизнедеятельности животного. От ее физических свойств и химического состава зависит нормальное течение физиологических процессов в организме. Все жизненно важные процессы: ассимиляция, диссимиляция, осмос, диффузия, резорбция, фильтрация и др. – протекают только в водных растворах органических и неорганических веществ. Обмен веществ (процессы гидролиза, окисления и др.) возможен только при условии полного растворения продуктов, поступающих в организм. Растворителем для них является вода. Только в жидкой водной среде совершаются процессы пищеварения и усвоения корма в желудочно-кишечном тракте и синтез живого вещества в клетках организма. Она необходима и для выведения различных вредных веществ из организма, образующихся в результате обмена.

Тепловой баланс организма зависит от наличия воды, так как вода, выделяемая потовыми железами, кожными покровами, слизистыми оболочками и дыхательными путями, участвует в процессе терморегуляции, регулирует температуру тела.

Вода имеет огромное санитарно-гигиеническое значение и в животноводстве. Она позволяет поддерживать высокий уровень санитарного состояния животноводческих ферм благодаря применению ее для очистки и дезинфекции помещений, инвентаря, а также для ухода за животными, подготовки кормов, удаления навоза. Без воды невозможно содержать в чистоте помещения, кормушки, водопойный инвентарь, молочную посуду, тело животного и т.д.

Вода имеет большое физиологическое и гигиеническое значение для жизнедеятельности организма животного, однако может играть и отрицательную роль, так как, во-первых, служит одним из путей передачи возбудителей инфекционных болезней; во-вторых, солевой состав воды может быть причиной возникновения ряда заболеваний неинфекционного происхождения; в-третьих, органолептические свойства воды (неприятный вкус, запах и т. д.) в ряде случаев могут быть причиной отказа от ее использования даже в тех случаях, если она безвредна.

В хозяйствах, не обеспеченных достаточным запасом воды или имеющих плохую, нельзя поддерживать высокий санитарный уровень производства продуктов животноводства, а также соблюдать ветеринарно-санитарные требования при содержании животных.

Поэтому обеспечение животных достаточным количеством безупречной в санитарно-гигиеническом отношении водой – важное средство охраны здоровья, повышения продуктивности и срока хозяйственного использования животных. В связи с этим необходим регулярный санитарно-гигиенический контроль качества воды, используемой для поения животных. Качество воды устанавливают на основе санитарно-топографического обследования водоемисточника, определения физических свойств и химико-бактериологического анализа. Материал данного пособия позволит научить студентов проводить исследования качества питьевой воды.

## Тема 1. САНИТАРНО-ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ. ОТБОР ПРОБ ВОДЫ

**Время** – 90 минут

**Цель занятия:** Ознакомить студентов с правилами санитарно-топографического обследования водоисточников и методами отбора проб воды для проведения анализов.

**Материальное обеспечение:** Пробы воды, батометр, бутылка с грузом, термометр лабораторный, термометр черпательный, консерванты.

Для определения доброкачественности воды требуется:

- санитарно-топографическое описание источников водоснабжения и окружающей его местности;
- определение физических свойств;
- химический анализ;
- бактериологические исследования;
- биологический анализ.

Санитарно-гигиеническая оценка качества используемой воды в животноводстве представляет практический интерес.

Указанные методы позволяют дать заключение по качеству воды и обосновать предложения по необходимости ее очистки, осветления, обезжелезивания, умягчения, обеззараживания.

Разнообразные природные условия не позволяют предъявлять во всех случаях единые требования к источникам водоснабжения.

Качество воды централизованных систем питьевого водоснабжения определяется требованиями СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» (приложения 1-5).

Качество воды нецентрализованных систем определяется санитарными правилами и нормами «Требования к качеству воды при нецентрализованном водоснабжении. Санитарная охрана источников» (СанПиН и ГН, утв. пост. Гл. госуд. сан. врача Респ. Беларусь 02.08.2010, № 105) (приложение 6).

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Осмотр водоисточника с целью санитарно-топографического обследования и составления **санитарного паспорта** выполняется по следующей примерной схеме:

1. Наименование (колодец, скважина, река, озеро и др.).
2. Адрес: область, район, республика, населенный пункт, расстояние от него.
3. Рельеф местности: открытая, закрытая, пересеченная, холмистая, равнинная, горная.
4. Размеры: длина, ширина, глубина.
5. Грунт дна и берегов.

6. Как образован: естественным, искусственным путем (запруда и прочее).
7. Какой водой питается: ключевой, атмосферной, талой, сточной, грунтовой, речной, болотной.
8. Проточный или непроточный.
9. Близость источников загрязнения: распаханная почва, животноводческие постройки, навозохранилища, выпас скота и др.
10. Для каких целей используется вода и водоем: питьевых, технических, противопожарных.
11. Характеристика воды по биоценозу: планктон, нектон, бентос.
12. Данные о заболеваемости среди людей и животных в районе водосбора данного водоисточника (заразные).
13. Общее заключение о санитарном состоянии водоисточника (предварительное), для каких целей пригоден.
14. Мероприятия по улучшению санитарного состояния водоисточника: спуск, очистка, хлорирование, ограждение, озеленение, охрана.
15. Кто составил: должность, Ф.И.О., подпись, дата.

В зависимости от качества воды все подземные и поверхностные источники водоснабжения подразделяют на три класса (таблица 1).

**Таблица 1 – Показатели качества воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения**

Показатель	Норматив		
	1 класс	2 класс	3 класс
<b>I. Подземные источники</b>			
Цветность, градусы, не более	20	20	50
Мутность, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1,5	1,5	10
Железо, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,3	10	20
Марганец, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,1	1	2
Фтор, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1,5	1,5	5
Окисляемость перманганатная, мг/дм <sup>3</sup> , не более	2	5	15
Число бактерий группы кишечной палочки, в 1 дм <sup>3</sup> , не более	3	100	1000
<b>II. Поверхностные источники</b>			
Цветность, градусы, не более	35	120	200
Мутность, мг/дм <sup>3</sup> , не более	20	1500	10000
Железо, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1	3	5
Марганец, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,1	1	2
Фитопланктон, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1	5	50
Окисляемость перманганатная, мг/дм <sup>3</sup> , не более	7	15	20
БПК полное, мг/дм <sup>3</sup> , не более	3	5	7
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
Число лактозоположительных кишечных палочек, в 1 дм <sup>3</sup> , не более	1000	10000	50000

Вода подземных источников водоснабжения 1 класса, как правило, не подвергается обработке. Для обработки воды подземных источников 2 класса применяется аэрирование, фильтрование, обеззараживание, 3 класса – аэрирование, фильтрование, обеззараживание, фильтрование с предварительным отстаиванием, использование реагентов.

Для поверхностных источников водоснабжения 1 класса требуется обеззараживание, фильтрование с коагулированием, 2 класса – коагулирование, отстаивание, фильтрование, обеззараживание, 3 класса – коагулирование, отстаивание, фильтрование, обеззараживание, дополнительное осветление, применение окислительных и сорбционных методов и др.

**Правила отбора проб воды.** При проведении исследований воды особое внимание следует обращать на отбор проб воды. Ошибки, возникающие вследствие неправильного отбора проб, в дальнейшем исправить нельзя. Условия, которые следует соблюдать при отборе пробы, настолько разнообразны, что нельзя дать рекомендации для всех случаев и в соответствии со всеми требованиями, поэтому могут быть рекомендованы лишь общие принципы взятия проб, заключающиеся в следующем:

- проба воды, взятая для анализа, должна отражать условия и место ее взятия;
- отбор проб, ее хранение, транспортировка и обращение с ней должны проводиться так, чтобы не произошли изменения в содержании компонентов или свойствах воды;
- объем пробы должен быть достаточным и соответствовать применяемой методике.

Количество и периодичность проб воды, отбираемых для лабораторных исследований в местах водозабора, устанавливаются с учетом требований, указанных в таблице 2.

**Таблица 2 – Периодичность и кратность забора проб**

Виды показателей	Количество проб воды в течение одного года, не менее	
	для подземных источников	для поверхностных источников
Микробиологические	4 (по сезонам года)	12 (ежемесячно)
Паразитологические	4 (по сезонам года)	12 (ежемесячно)
Органолептические	4 (по сезонам года)	12 (ежемесячно)
Обобщенные показатели	4 (по сезонам года)	12 (ежемесячно)
Неорганические и органические вещества	1	4 (по сезонам года)
Радиологические	1	1



Место забора воды для проб устанавливают в зависимости от конкретных условий:

- если нужно выявить влияние того или иного источника загрязнения проточной воды, пробы берут в трех точках: выше по течению, против источника загрязнения и ниже по его течению;

- из колодцев рекомендуется брать пробы дважды утром до начала разбора воды и вечером после разбора;

- из открытых водоисточников (рек, озер, прудов) пробы достают с глубины 0,5-1,0 м и на расстоянии 1-2 м от берега;

- из кранов водопроводных сооружений пробы воды берут после свободного спуска воды при полном открытии крана в течение 10-15 минут, предварительно его обжигают (при бактериологическом исследовании), наливая воду, сосуд держат наклонно (чтобы не образовалось пузырьков воздуха), не прикасаясь горлышком бутылки к крану.

Руки берущего воду должны быть чисто вымыты.

Пробы воды берут батометром, который состоит из двух частей: груза и однолитровой молочной бутылки. Груз имеет корпус, хвостовое оперение и откидную головку с вертикальным пазом, через который наружу выходят две трубки. В корпусе груза помещается бутылка, укрепленная неподвижно посредством откидной скобы и поддона. Бутылка снабжена металлической головкой с резиновой прокладкой, через которую проходят две трубки – водозаборная и воздухоотводная. Трубки выступают перед бутылкой и грузом, а внутренние их концы изогнуты кверху. Заполнение бутылки водой происходит при постоянном гидростатическом напоре, обусловленном разностью в высоте (4 см) внутреннего конца водозаборной трубки и внешнего конца воздухоотводной трубки.

Допускается отбор проб воды бутылью. Бутыль закрывают пробкой, к которой прикреплен шнур, и вставляют в тяжелую оправу или к ней подвешивают груз на шнуре или веревке. Бутыль устанавливают на намеченной глубине, пробку выдергивают с помощью шнура, и таким образом вода заполняет бутыль. Пробу воды с небольшой глубины (особенно зимой) отбирают бутылью, прикрепленной к шесту.

Для отобранной пробы воды используют посуду из бесцветного химически стойкого стекла, предварительно помытую, ополоснутую дистиллированной водой и высушенную в сушильном шкафу при температуре 105<sup>0</sup>С (для бактериологических исследований посуду стерилизуют автоклавированием в течение 2 часов при 150<sup>0</sup>С) или полиэтилена марок, разрешенных для контакта с питьевой водой. Перед наполнением посуду несколько раз ополаскивают исследуемой водой. Корковые и резиновые пробки кипятят в дистиллированной воде или обертывают полиэтиленовой пленкой. Бутыль заполняют водой до верха. Перед закрытием бутылки пробкой воду сливают так, чтобы под пробкой оставалось некоторое пространство на случай расширения воды при нагревании.

Объем пробы должен составлять: для полного санитарно-гигиенического

анализа – 5 л, неполного – 2-3 л, единичного – 1 л.

Для получения достоверных результатов взятые пробы воды должны быть исследованы по возможности быстрее, так как в теплые периоды года показатели вследствие жизнедеятельности микрофлоры могут изменяться. Поэтому время исследований в лаборатории для чистой воды составляет 72 ч, для воды средней степени загрязненности – 48 ч и очень загрязненной – 12 ч.

Если невозможно сделать анализ в ближайшие 2-4 ч, необходимо произвести консервацию проб. В качестве консервирующих веществ применяют: хлороформ (2 мл/л) и 25%-ный раствор серной кислоты (2 мл/л с последующим определением аммиака, окисляемости и хлоридов).

К каждой пробе воды, направляемой в лабораторию, должен быть приложен *сопроводительный документ* (сопроводительная записка), в котором указывают следующие сведения: вид и название водоисточника; место его нахождения; место взятия пробы воды; дата взятия пробы (год, месяц, число, час); цель анализа; по чьему заданию взята проба; способ взятия пробы; количество взятой пробы и № пробы; применялось ли консервирование и каким методом; погода в момент взятия пробы (температура воздуха, осадки, ветер) и в предыдущие дни; санитарно-топографическое описание водоисточника с указанием местных условий, оказывающих влияние на загрязненность воды (санпаспорт); данные физического анализа воды на месте (температура, цвет, прозрачность, вкус, запах). Сопроводительный документ должен быть подписан лицом, кто взял и направил для исследования пробу, с указанием его места работы и должности.

#### ***Контрольные вопросы:***

1. Как проводят санитарно-топографическое обследование и описание водоисточника?
2. С какой целью, в какие сроки проводится отбор проб воды для лабораторных исследований, какие документы при этом составляются?
3. Какие существуют основные правила взятия пробы воды?
4. В каких документах отражены требования к питьевой воде?

## **Тема 2. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ ПО ФИЗИЧЕСКИМ (ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ) СВОЙСТВАМ**

***Время*** – 90 минут

***Цель занятия:*** Ознакомить студентов с методами определения физических и органолептических свойств воды (запах, вкус, цвет, прозрачность).

***Материальное обеспечение:*** Пробы воды, КФК-2 или КФК-3, кюветы на 10 мм, термометр, проволочное кольцо, шриффт Снеллена, цилиндр с плоским дном, линейка, калибровочные графики для определения цветности и мутности воды, таблицы нормативов физических показателей питьевой воды.

Физические и органолептические свойства воды имеют важное гигиеническое значение, так как оказывают существенное влияние на здоровье животных, ведь они не только определяют внешний вид воды, но и могут указывать на ее загрязнение. Кроме этого, мутная, непрозрачная, окрашенная в какой-либо цвет, теплая, имеющая неприятный запах и вкус вода вызывает чувство отвращения, угнетает секреторную деятельность желудочно-кишечного тракта и водно-солевой обмен, приводит к отказу от питья воды и *дегидратации* организма. Резкое ухудшение органолептических показателей воды может быть следствием ее загрязнения фенолом, нефтью, нефтепродуктами, красящими и другими химическими веществами. Однако окраска и запах воды могут быть обусловлены развитием водной растительности в малопроточных водоемах. Специфический запах сырой земли придают воде актиномицеты, запах тухлых яиц – сернистое железо и сероводород. Наличие в воде частиц глины увеличивает ее мутность. В районах с сильно минерализованной почвой вода имеет соленый или горько-соленый вкус.

**Температура воды** зависит от источника и условий попадания ее на поверхность к местам использования или потребления, а также от глубины залегания почвенных вод. С изменением температуры окружающего воздуха меняется и температура воды. В ряде случаев температура питьевой воды должна быть близкой к температуре воздуха помещений.

Оптимальная температура питьевой воды для взрослых животных – 10-12 °С, беременных маток – 12-15 °С, молодняка в зависимости от возраста – 15-30 °С. Такая вода оказывает приятное, освежающее действие и является одним из условий, обеспечивающих ее потребление в достаточном количестве.

При поении животных очень холодной водой организм переохлаждается, в результате чего возникают простудные болезни, нарушается пищеварение, у беременных маток возможны аборт, а у разгоряченных лошадей – колики и ревматическое воспаление копыт. Теплую воду (с температурой более 20 °С) животные пьют неохотно и при длительном потреблении становятся восприимчивыми к респираторным заболеваниям.

Температуру воды исследуют с помощью термометра. Температура воды должна измеряться непосредственно в самом водоеме при взятии пробы или же определяться в бутылки немедленно после взятия пробы. В этом случае температура бутылки (емкость не менее 1 л) перед отбором пробы должна быть приведена к температуре исследуемой воды.

Для измерения температуры воды используют ртутный или спиртовой черпальные термометры с делениями на 0,1 °С. Термометр погружают в воду не менее чем на 5 мин., после чего производят отсчет показаний шкалы прибора, не извлекая его из воды. В другом случае резервуар термометра обертывают 5-6 слоями марли, погружают на определенную глубину, выдерживая не менее 5 мин., и для снятия показаний вынимают из воды.

Для определения температуры воды на различных глубинах пользуются

черпальным термометром, в котором термометр заключен в металлический футляр, а резервуар термометра погружен в чашечку, наполняющуюся водой в момент взятия пробы.

**Запах.** Наличие, характер и интенсивность запаха воды определяют органолептически. Запах – это способность имеющихся в воде веществ испаряться и, создавая ощутимое давление пара над поверхностью воды, раздражать рецепторы слизистых оболочек носа и синусовых пазух. Это служит причиной соответствующего ощущения.

При оценке запаха воды следует иметь в виду, что затхлый запах возможен от застоявшейся, слабоаэрируемой воды. Однако не исключено, что в отдельных случаях в результате гниения органических веществ или загрязнения источника сточными водами, жижей или мочой в воде отмечают запах сероводорода и аммиака. Это является весьма опасным, особенно для питьевых вод, и требует немедленного устранения.

Запахи воды по характеру разделяют на две группы: а) запахи естественного происхождения (от живущих и умерших в воде организмов, от влияния берегов, дна, окружающих почв, грунтов и т. д.); б) запахи искусственного происхождения (от промышленных сточных вод и т. д.).

Запахам естественного происхождения дают определения по следующей классификации (таблица 3).

Запахи искусственного происхождения называют по соответствующим веществам: фенольный, камфорный, бензиновый, хлорный и т. д.

**Таблица 3 – Классификация запахов воды естественного происхождения**

Символ	Характер запаха	Примерный род запаха
А	Ароматический	Огуречный, цветочный
Б	Болотный	Илистый, тинистый
В	Гнилостный	Фекальный, сточный
Д	Древесный	Запах мокрой щепы древесной коры
З	Землистый	Прелый, свежевспаханной земли, глинистый
П	Плесневый	Затхлый, застойный
Р	Рыбный	Рыбьего жира, рыбы
С	Сероводородный	Тухлых яиц
Т	Травянистый	Скошенной травы, сена
Н	Неопределенный	Запахи естественного происхождения, не подходящие для предыдущего определения

Запах воды определяют при температуре 20 °С и с подогревом ее до 60 °С по пятибалльной шкале.

*Методика исследования.* В коническую колбу емкостью 250 мл наливают 100 мл исследуемой пробы воды при 20 °С. Колбу закрывают пробкой или химическим стеклом, содержимое несколько раз тщательно взбалтывают и сразу органолептически устанавливают характер запаха и его интенсивность по балльной шкале (таблица 4).

В другую колбу вносят 100 мл пробы воды, закрыв ее химическим стеклом, содержимое колбы нагревают в водяной бане до 60 °С и после встряхивания немедленно определяют характер и интенсивность запаха.

**Таблица 4 – Оценка интенсивности запаха (вкуса, привкуса) питьевой воды**

Интенсивность запаха (вкуса, привкуса)	Характер проявления запаха (вкуса, привкуса)	Оценка интенсивности запаха (вкуса, привкуса), балл
Нет	Запах (вкус, привкус) не ощущается	0
Очень слабая	Запах (вкус, привкус) не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Запах (вкус, привкус) замечается потребителем, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах (вкус, привкус) легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах (вкус, привкус) обращает на себя внимание и может заставлять воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах (вкус, привкус) настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

При централизованном водоснабжении интенсивность запаха допускается не более 2 баллов, а при децентрализованном – 2-3 балла.

**Вкус и привкус** – это способность имеющихся в воде веществ после взаимодействия со слюной раздражать вкусовые сосочки, расположенные на поверхности языка, и предопределять соответствующее ощущение. Различают четыре основных качества вкуса: соленый, сладкий, горький, кислый. Все иные вкусовые ощущения определяют как привкусы: металлический, хлорный, болотный и др.

Вкусовые качества воды зависят от присутствия в ней веществ природного происхождения, или веществ, которые попадают в воду в результате загрязнения ее стоками. Подземные воды часто имеют специфический привкус, зависящий от наличия железа, марганца, магния, натрия, калия, хлоридов и карбонатов. Вода хорошего качества имеет приятный вкус. В отдельных случаях вода может содержать большое количество растворенных солей хлористого натрия или калия, что придает ей соленый вкус. Повышенное содержание солей магния (хлоридов, сульфатов) влечет за собой горький вкус, от закиси железа, сернокислой меди, солей марганца вода приобретает вяжущий вкус, а при наличии процессов гниения органических

веществ – затхлый, гнилостный, сероводородный. Такую воду следует считать подозрительной в санитарном отношении и непригодной для поения.

*Методика исследования.* Вкус и привкус определяют в воде, заранее известной своей безвредностью, при температуре пробы воды 20 °С по балльной системе (таблица 4). Для определения вкуса в рот набирают 10-15 мл воды, держат во рту 3-5 секунд, не проглатывая ее. При определении вкуса питьевой воды используют пробы, безопасные в отношении бактерий, незагрязненные и не содержащие токсических веществ. Воду неизвестного происхождения на вкус не исследуют.

При централизованном водоснабжении интенсивность и характер вкуса и привкуса допускается не более 2 баллов, а при децентрализованном – 2-3 балла.

**Цвет (цветность)** – это природное свойство воды, обусловленное гуминовыми веществами, которые вымываются из почвы во время формирования поверхностных и подземных водоемов. Окраска воды может быть обусловлена содержанием в ней взвешенных веществ, коллоидных соединений железа, растительными организмами и пр., то есть цвет воды является показателем некоторых ее химических и биологических особенностей.

Загрязненная вода может иметь неестественный цвет, обусловленный красителями, которые могут попасть в водоем со сточными водами предприятий легкой промышленности, некоторыми неорганическими соединениями как естественного, так и техногенного происхождения. Так, железо и марганец могут обуславливать окраску воды от красного до черного, медь – от бледно-голубого до сине-зеленого.

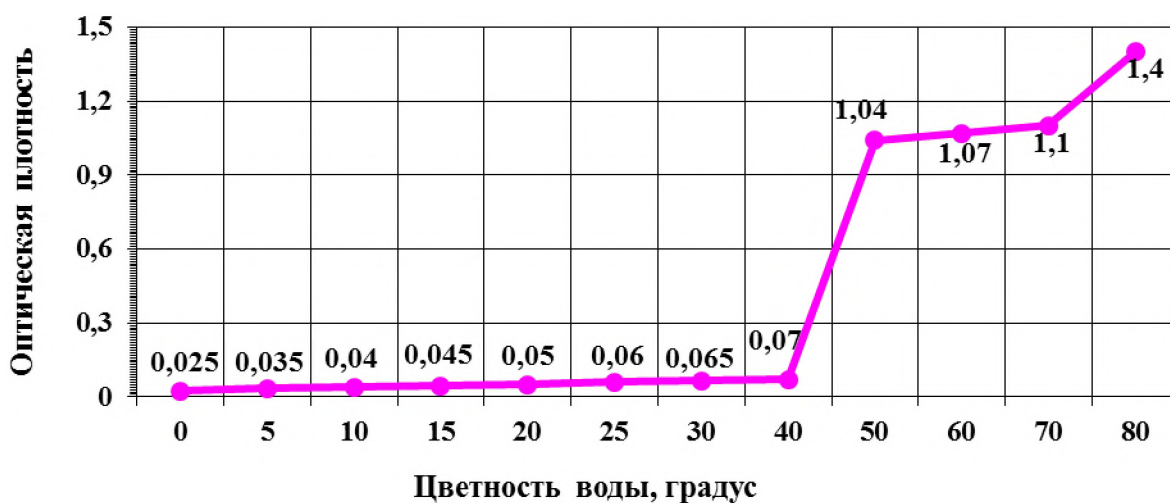
*Методики исследования.* Наиболее простой способ (качественное определение) – *визуальный*, при котором сравнивают исследуемую воду с дистиллированной. Для этого берут два одинаковых цилиндра из бесцветного стекла емкостью 100 (200) мл, в один из них наливают исследуемую профильтрованную воду, а в другой для сравнения – дистиллированную воду в том же объеме. Цвет воды устанавливают при рассмотрении на белом фоне при естественном освещении. Вода может быть определена, к примеру, как бесцветная, светло-желтая, желтая, интенсивно желтая, бурая и т.д.

*Количественный* метод заключается в сравнении цвета исследуемой воды с искусственными стандартами (эталоны), имитирующими окраску природной воды (хромово-кобальтовую или платиново-кобальтовую шкалы). Для определения цветности в цилиндр наливают 100 мл исследуемой воды и сравнивают ее окраску с эталонами, рассматривая жидкость сбоку и сверху вниз на белом фоне. Цветность воды выражают в градусах цветности.

Цветность воды можно определять *фотометрически* – путем сравнения взятых проб с дистиллированной водой.

*Порядок работы.* При определении цветности с помощью фотоэлектроколориметров (КФК-2 или КФК-3) используются кюветы на 10 мм. Контролем служит дистиллированная вода. Оптическая плотность фильтрата исследуемой пробы воды измеряется в синей части спектра со светофильтром

(длина волны 440 нм). Цветность исследуемой воды определяют по калибровочному графику (рисунок 1).



**Рисунок 1 – График для определения цветности воды**

При централизованном водоснабжении цветность воды составляет  $20^0$ , при децентрализованном – до  $40^0$ .

**Прозрачность**, или светопропускание, воды обусловлена ее цветом и мутностью, то есть содержанием в ней механических взвешенных частиц веществ и химических примесей. Прозрачность воды часто определяют наряду с мутностью, особенно в тех случаях, когда вода имеет незначительную окраску и мутность. Мутная непрозрачная вода всегда подозрительна в эпизоотическом и санитарном отношении, так как в загрязненной воде создаются благоприятные условия для сохранения микроорганизмов.

*Прозрачность воды определяют следующими методами:*

1. **Метод сравнения.** В один из двух одинаковых цилиндров из бесцветного стекла наливают исследуемую воду, а во второй для сравнения – дистиллированную. Исследуемую воду оценивают такими понятиями, как: прозрачная, слабо прозрачная, слабоопалесцирующая, опалесцирующая, слабо мутная, мутная и сильно мутная.

2. **Метод диска.** Глубину прозрачности воды непосредственно в открытом водоеме определяют следующим образом: берут белый диск диаметром 20 см и при помощи мерной веревки или лески диск опускают в воду и устанавливают глубину, при которой он перестает быть видимым. Вода считается прозрачной, если диск различим на глубине не менее 60 см.

В настоящее время предложен диск, окрашенный в виде секторов по  $90^0$  белого, красного и зеленого цветов. Цветовые сектора разделены трехлучевым черным крестом с лучами по  $30^0$ . Диск закреплен на мерной штанге. Считают, что при использовании такого диска точность измерения повышается.

3. **Метод шрифта (Снеллена).** Количественный способ определения прозрачности состоит в том, что пробы воды после взбалтывания наливают в

бесцветный цилиндр, разделенный по высоте на сантиметры. У основания цилиндра имеется тубус с резиновой трубкой и зажимом для спуска воды. Цилиндр фиксируется на подставке высотой 4 см. Исследуемую воду наливают в цилиндр и под его дно подкладывают печатный шрифт Снеллена № 1:5 4 1 7 8 3 0 9 (размером 4 мм и толщиной 0,5 мм).

Затем смотрят сверху вниз через столб воды, постепенно выпуская воду через резиновую трубку, чтобы отчетливо различать шрифт. Высота этого столба воды, измеренная в сантиметрах, и характеризует прозрачность воды. Прозрачность питьевой воды должна составлять не менее 30 см.

Определение прозрачности необходимо выполнять в хорошо освещенной комнате, но нельзя проводить при прямом солнечном свете.

4. *Метод кольца.* В полевых условиях для определения прозрачности воды пользуются проволочным кольцом диаметром 1,0-1,5 см и сечением проволоки 1,0 мм. Держа за рукоятку, проволочное кольцо опускают в исследуемую воду, налитую в цилиндр объемом 1 л до тех пор, пока контуры его становятся невидимыми. Затем линейкой измеряют глубину (в см), на которой кольцо становится отчетливо видимым при извлечении. Полученные результаты исследования прозрачности воды по кольцу можно переводить в показания, полученные методом шрифта Снеллена (таблица 5).

**Таблица 5 – Таблица перевода показателей прозрачности воды «по кольцу» на величины шрифта Снеллена (в см)**

По кольцу																		
2	4	6	8	10	12	15	17	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	41
По Снеллену																		
0,5	2	3	5	6	8	10	12	14	16	17	18	19	21	23	25	26	28	30

*Мутности воды* – это природное свойство воды, обусловленное содержанием взвешенных веществ неорганического и органического происхождения (глины, ила, органических коллоидов, планктона и др.). Вода открытых водоемов часто бывает мутной, особенно после дождей и в половодье. Мутность воде могут придавать соли железа, цинка, марганца, меди и др. Наличие помутнения в подземных водах и особенно после осадков свидетельствует о непосредственной связи с водами поверхностных слоев почвы.

Иногда подземная вода, будучи прозрачной после выхода на поверхность, через некоторое время мутнеет. Это происходит вследствие образования гидроксида железа или карбоната кальция. В первом случае имеет место окисление железа кислородом воздуха, во втором – отдача свободного диоксида углерода воздуха.

*Исследования проводят с использованием следующих методов:*

1. *Органолептическое определение мутности.* Исследуемую пробу воды хорошо взбалтывают и наливают в мерный цилиндр из прозрачного стекла

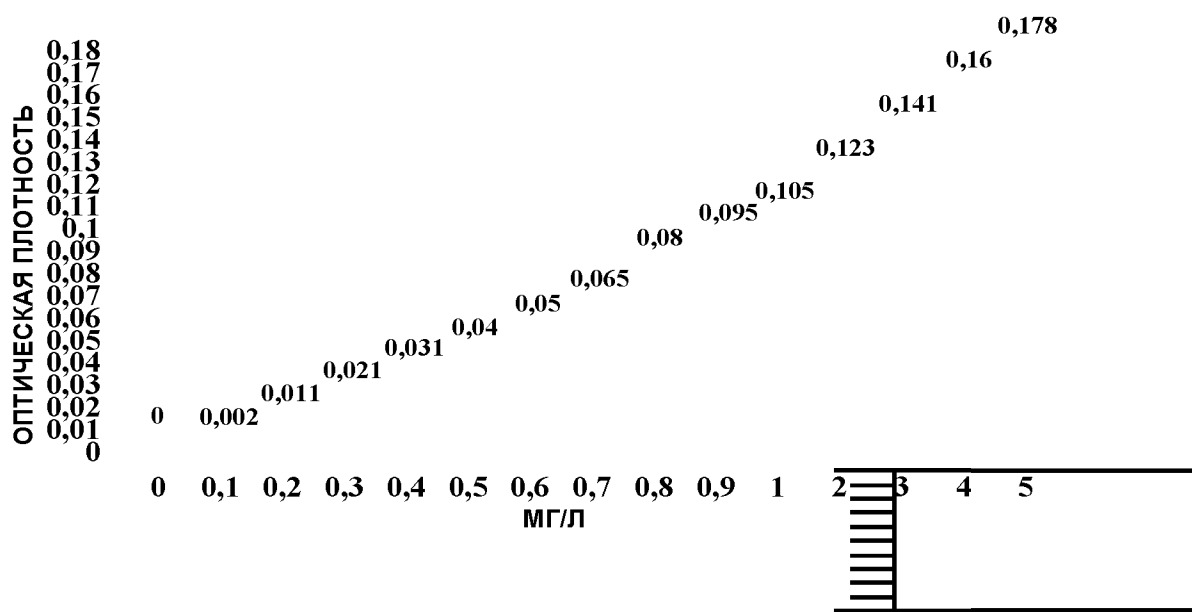


высотой слоя 30 см. Воде дают в течение часа отстояться при комнатной температуре, после чего устанавливают характер осветления воды и наличие выпавшего осадка. Степень осветления оценивается следующими показателями: вода прозрачная, осветление незаметное, слабое, сильное.

При оценке мутности особое внимание обращают на характер осадка. Последний оценивают на глаз (визуально): хлопьевидный, слизистый, песчаный, серый, бурый, черный, незначительный, большой, очень большой. При большом осадке измеряют его толщину в мм.

2. *Фотометрическое определение мутности.* Мутность воды изучают фотометрически – путем сравнения взятых проб с дистиллированной водой.

*Порядок работы.* В кювету на 10 мм вносят хорошо взболтанную испытуемую пробу, измеряют оптическую плотность в зеленой части спектра (длина волны 530 нм). Контроль – дистиллированная вода. Массовую концентрацию мутности в 1 л исследуемой воды определяют по калибровочному графику (рисунок 2).



**Рисунок 2 – График для определения мутности воды**

Мутность воды определяется фотометрическим способом при помощи сравнения с эталонными взвешями. Исторически использовалась имитирующая каолиновая шкала, которая представляет собой набор суспензий белой глины каолина в дистиллированной воде.

Мутность измеряют в мг/л, путем сравнения ее оптической плотности с плотностью стандартных суспензий каолина. В водопроводной воде она не должна превышать 1,5 мг/л.

Современные методы определения мутности воды в качестве эталона используют формазин (полимер). Мутность воды при этом может выражаться в единицах мутности по формазину (ЕМФ, FTU).

### **Контрольные вопросы:**

1. Показатели физических и органолептических свойств воды, их санитарно-гигиеническое значение.
2. Как определяют температуру воды?
3. Как определяют прозрачность и мутность воды? Принципы определения и нормирования прозрачности и мутности воды.
4. Принцип определения и нормирование цветности воды.
5. Определение запаха, вкуса и привкуса воды. Как нормируются запахи и вкусы воды?

### **Тема 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛЯЕМОСТИ ВОДЫ**

**Время** – 90 минут.

**Цель занятия:** Ознакомить студентов с санитарно-гигиеническим значением окисляемости воды и отработать методику ее определения.

**Материальное обеспечение:** Колбы объемом 200 мл, электроплитка, штатив с бюреткой, дистиллированная и исследуемая вода, 0,01 Н р-р перманганата калия, 0,01 Н р-р щавелевой кислоты (1 мл такого раствора требует для своего окисления 0,08 мг кислорода), 25%-ный р-р серной кислоты.

**Окисляемость** – косвенный показатель, характеризующий количество находящихся в воде легкоокисляющихся органических веществ. Суммарное количество их в воде определяют по количеству расходуемого на их окисление кислорода. Отсюда следует, что чем больше в воде легкоокисляющихся веществ, тем больше кислорода идет на их окисление и тем выше окисляемость воды. Наименьшее расходование кислорода идет на окисление веществ, содержащихся в глубоких подземных водах, а наибольшее – в поверхностных водах, особенно подвергающихся загрязнению.

**Принцип определения** основан на способности перманганата калия, в присутствии серной кислоты, разлагаться с выделением свободного кислорода, который идет на окисление органических веществ, находящихся в воде.



#### **а) Установление титра раствора калия перманганата (KMnO<sub>4</sub>)**

**Порядок работы:** к 100 мл дистиллированной воды прибавить 5 мл 25%-го раствора серной кислоты и 8 мл раствора KMnO<sub>4</sub>. Полученную смесь кипятить в течение 10 мин. для лучшего разложения калия перманганата, добавить 10 мл раствора щавелевой кислоты (жидкость обесцвечивается) и охладить до комнатной температуры. Смесь титровать раствором KMnO<sub>4</sub> до появления бледно-розового окрашивания.

**Пример расчета.** На титрование израсходовано 3,2 мл раствора KMnO<sub>4</sub>. Следовательно, для окисления 10 мл раствора щавелевой кислоты необходимо 11,2 мл (8 + 3,2) раствора KMnO<sub>4</sub>. Известно, что 1 мл раствора щавелевой

кислоты требует окисления 0,08 мг кислорода, а 10 мл – 0,8 мг, т.е. в данном случае 0,8 мг кислорода содержится в 11,2 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ .

### **б) Определение окисляемости исследуемой воды**

*Порядок работы:* в коническую колбу налить 100 мл исследуемой воды, добавить 5 мл 25%-го раствора серной кислоты и 8 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Жидкость кипятить 10 минут. В горячую смесь влить 10 мл раствора щавелевой кислоты, охладить и титровать раствором  $\text{KMnO}_4$  до появления бледно-розового окрашивания.

*Пример расчета.* На титрование жидкости израсходовано 5,5 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Расчет показал, что для окисления органических веществ, находящихся в 100 мл исследуемой воды, и окисления 10 мл раствора щавелевой кислоты необходимо 13,5 мл (8 + 5,5) раствора  $\text{KMnO}_4$ . Следовательно, на окисление органических веществ в исследуемой воде, в пересчете на 1 л воды, потребовалось 23 мл раствора  $\text{KMnO}_4$   $((13,5 - 11,2) \times 1000 / 100)$ .

Далее определяем количество кислорода, необходимого на окисление органических веществ в 1 л воды, которое равно 1,643 мг кислорода  $(0,8 \times 23 / 11,2)$ . Таким образом, на окисление органических веществ в 1 л воды израсходовано 1,643 мг кислорода.

*Примечание:* если вода содержит очень большое количество органических веществ, ее разводят дистиллированной водой и при расчете умножают на разведение. Весовое количество органических веществ равно количеству израсходованного кислорода, умноженному на 20.

Окисляемость чистой воды допускается до 5 мг/л.

Наличие органических веществ и активность окислительных процессов в воде можно косвенно определить также с помощью биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>). В воде имеется определенное количество растворенного кислорода. Чем чище вода, тем меньше расходуется кислорода на окисление органических веществ, и, наоборот, чем больше органических веществ, тем больше кислорода идет на их окисление. Такую оценку делают путем исследования по уменьшению количества растворенного кислорода в течение 5-суточного хранения воды при температуре 20 °С.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое «окисляемость воды» и ее санитарно-гигиеническое значение?
2. На чем основан принцип определения окисляемости воды?
3. Методика определения окисляемости воды и формула расчета.
4. Какой величины достигает окисляемость в различных источниках воды?

## Тема 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АММИАКА, НИТРИТОВ И НИТРАТОВ В ВОДЕ

**Время** – 90 минут.

**Цель занятия:** Определить давность загрязнения воды по наличию в ней азотсодержащих веществ (аммиака, нитритов и нитратов).

**Материальное обеспечение:** КФК-2 или КФК-3, пипетки на 5 мл, колбы, мерные стаканы, кюветы на 10 мм, таблица нормативов химического состава воды, реактив Неслера, раствор виннокислого калия-натрия, дифениламин, концентрированная серная кислота, 10%-ная уксусная кислота, смесь цинковой пыли с марганца сульфатом (*1 г цинковой пыли тщательно перемешивают со 100 г марганца сульфата*), реактив Грисса, дистиллированная вода, исследуемая вода, фарфоровая чашка, пробирки, штатив для пробирок.

При санитарной оценке питьевой воды особый интерес представляют азотсодержащие вещества или «триада азотсодержащих соединений». К ним относятся аммонийные соли, соли азотистой кислоты (нитриты) и соли азотной кислоты (нитраты). Они являются важными показателями загрязнения воды, так как они образуются при разложении попадающих в водоисточники веществ животного происхождения (навоз, навозная жижа, промышленные отходы). Наличие азотсодержащих веществ может показать время загрязнения и состояние минерализации органических веществ в воде.

Аммиак – продукт белкового распада, поэтому его обнаружение свидетельствует о свежем загрязнении воды. Наличие нитритов как промежуточного продукта биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов указывает на некоторую давность загрязнения. Так как требуется некоторое время для превращения аммиака в нитриты. Присутствие нитратов свидетельствует о более давних сроках загрязнения. Обнаружение в воде аммиака, нитритов и нитратов дает представление о санитарном неблагополучии водоисточника, подвергающегося постоянному загрязнению.

При длительном употреблении воды, содержащей повышенное количество нитратов, развивается водная нитритно-нитратная метгемоглобинемия. Кроме того, при взаимодействии нитратов и нитритов с некоторыми аминами происходит образование нитрозаминов, которые относятся к группе свободных радикалов (активных канцерогенов).

Азотсодержащие вещества могут быть и минерального происхождения, что следует учитывать при использовании артезианских вод, обращая внимание на наличие других показателей загрязнения, особенно на величину окисляемости, которая будет высокой при наличии органического загрязнения.

### **Определение содержания аммиака в воде**

**Принцип определения аммиака в воде.** Метод основан на способности аммиака и ионов аммония образовывать окрашенное в желто-коричневый цвет соединение с реактивом Неслера.

*Качественное определение аммиака в воде.* В пробирку налить 10 мл исследуемой воды и прибавить 2 капли раствора Несслера. Появление желтого окрашивания различной интенсивности указывает на наличие в исследуемой воде аммиака (аммонийных солей).

*Количественное определение аммиака в воде.* К 50 мл исследуемой воды прибавляют 1 мл раствора виннокислого калия-натрия, перемешивают, затем прибавляют 1 мл реактива Несслера и снова перемешивают. Параллельно готовят «раствор сравнения», для чего к 50 мл безаммиачной дистиллированной воды прибавляют 1 мл раствора виннокислого калия-натрия, перемешивают, затем прибавляют 1 мл реактива Несслера и вновь перемешивают. Через 10 мин. пробу исследуемой воды фотометрируют при длине волны 414 нм против «раствора сравнения» в кювете на 10 мм.

*Примечание:* Если образец воды загрязнен хлором, более 0,5 мг/л, добавляют эквивалентное количество 0,01 н раствора серноватистокислого натрия. Мутную или цветную (цветность выше 20<sup>0</sup>) воду подвергают коагуляции. Для чего к 250-300 мл исследуемой воды прибавляют 2-5 мл суспензии гидроокиси алюминия, встряхивают, а после осветления отбирают прозрачный слой для анализа путем фильтрации через беззольный фильтр «синяя лента». Для исключения влияния ионов аммония на результат исследования фильтр промывают горячей безаммиачной водой, отбросив первые порции фильтрата.

Массовую концентрацию аммиака находят по калибровочному графику (рисунок 3).

Расчет ведут по формуле:

$$X = C \cdot 50 / V,$$

где **X** – массовая концентрация аммиака, мг/л; **C** – массовая концентрация  $\text{NH}_4^+$  по калибровочному графику, мг/л; **V** – объем пробы исследуемой воды, мл; **50** – объем стандартного раствора, мл.



Рисунок 3 – Калибровочный график на аммиак

Нижний предел обнаружения 0,05 мг/л. При содержании в воде аммиака более 3 мг/л пробу разбавляют. За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 10%.

### **Определение содержания нитритов в воде**

*Принцип определения нитритов в воде.* Метод основан на извлечении нитритов из проб дистиллированной водой, которые при взаимодействии их с реактивом Грисса в кислой среде образуют азотсоединения розово-красного цвета. Интенсивность окраски пропорциональна содержанию нитритов.

*Качественное содержание нитритов в воде.* В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды и прибавляют 0,5 мл реактива Грисса. Появление розового окрашивания различной интенсивности указывает на наличие в исследуемой воде нитритов (азотистой кислоты).

Из-за нестойкости нитритов, количественное определение следует проводить с минимальным интервалом после отбора пробы.

*Количественное определение нитритов в воде.* В пробирку с 10 мл исследуемой воды добавляют 0,5 мл реактива Грисса и через 15 мин. фотометрируют при длине волны 540 нм (зеленый светофильтр) в кювете на 10 мм против дистиллированной воды.

Массовую концентрацию нитритов в 10 мл исследуемой пробы воды находят по калибровочному графику (рисунок 4).



**Рисунок 4 – Калибровочный график на нитриты**

Расчет концентрации нитритов в 1 л исследуемой воды ведут по формуле:

$$X = B \cdot 1000 / 10,$$

где **X** – содержание нитритов (нитрит-ионов), мг/кг; **B** – содержание нитрит-ионов, найденное по калибровочному графику, мг; **1000** – количество

мл в 1 л; **10** – объем исследуемой воды, взятой для анализа, мл.

*Примечание:* с учетом того, что исследуемая вода часто подвергается хлорированию для обеззараживания, избыток остаточного активного хлора устраняют добавлением эквивалентного количества серноватистокислого натрия. При высокой жесткости в исследуемую воду добавляют раствор виннокислого калия (натрия). Воду с содержанием большого количества железа, высокой цветности и мутности – осветляют путем добавления раствора гидроокиси алюминия.

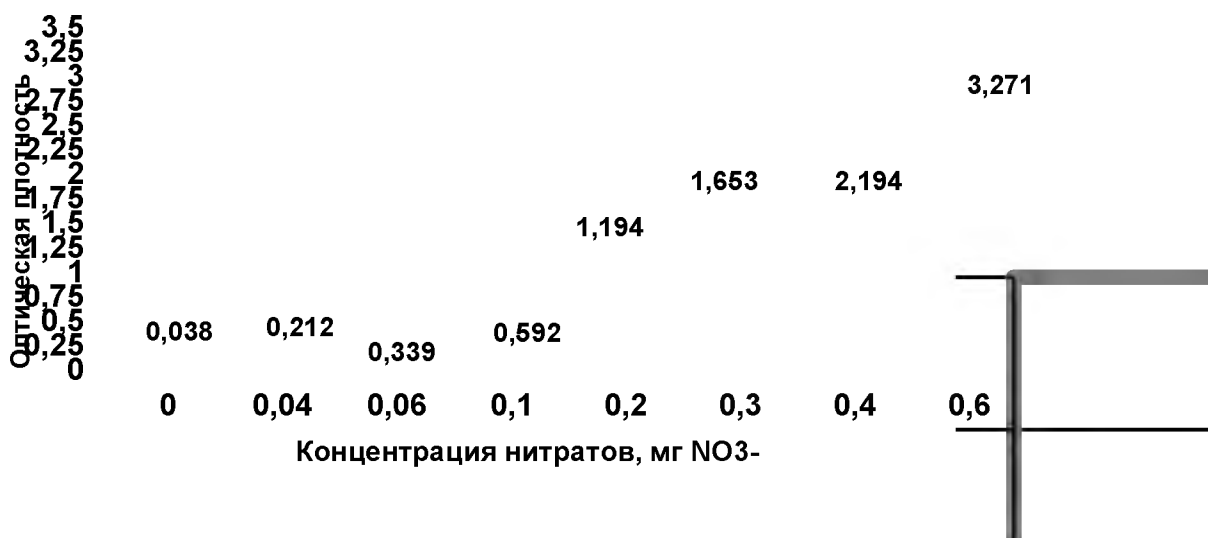
При определении нитритов для получения наиболее объективных результатов необходимо исходить из правила – чем раньше проведено определение нитритов, тем выше точность конечных результатов.

### **Определение содержания нитратов в воде**

*Принцип определения* основан на осаждении нитратов в кислой среде с дифениламином с образованием дифенилнитрозоамина – синего цвета.

*Качественное определение.* В фарфоровую чашку вносится: 10-12 кристаллов дифениламина, 3-5 капель концентрированной серной кислоты и 1 мл исследуемой воды. Синее окрашивание указывает на наличие нитратов в воде.

*Количественное определение нитратов.* В пробирку с 6 мл исследуемой воды приливают 2 мл 10%-ной уксусной кислоты и вносят на кончике скальпеля смесь цинковой пыли с марганца сульфатом (1 г цинковой пыли тщательно перемешивают со 100 г марганца сульфата), далее пробирку встряхивают 30 с и затем, добавив 1 мл реактива Грисса, перемешивают содержимое пробирки. Через 10 мин. фотометрируют при длине волны 540 – 560 нм (зеленый светофильтр) в кювете на 10 мм против дистиллированной воды. Массовую концентрацию нитратов в 6 мл исследуемой воды находят по калибровочному графику (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Калибровочный график на нитраты**

Расчет концентрации нитратов в 1 л исследуемой воды ведут по формуле:

$$X = B \cdot 1000 / 6,$$

где  $X$  – содержание нитритов (нитрат-ионов), мг/кг;  $B$  – содержание нитрат-ионов, найденное по калибровочному графику, мг; **1000** – количество мл в 1 л воды; **6** – объем исследуемой воды, взятой для анализа, мл.

При централизованном и нецентрализованном водоснабжении содержание нитратов в воде допускается до 45 мг/л.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Гигиеническое значение обнаружения в воде «триады азотсодержащих соединений» (аммиака, нитритов и нитратов).
2. Какие методы используются при определении содержания аммиака в воде?
3. Методы определения нитритов в воде.
4. Какие принципы и методы используются при определении содержания нитратов в воде?
5. Как определить давность загрязнения воды по химическим показателям?

## **Тема 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРИДОВ, СУЛЬФАТОВ, ЖЕЛЕЗА И АКТИВНОЙ РЕАКЦИИ ВОДЫ**

***Время*** – 90 минут.

***Цель занятия:*** Изучить методы определения и значение количественного содержания в воде хлоридов, сульфатов, железа и активной реакции воды.

***Материальное обеспечение:*** КФК-2 или КФК-3, рН-метр, пипетки, колбы, мерные стаканы, кюветы на 20 мм, 0,1 Н раствор нитрата серебра, 0,1 Н раствор роданида аммония, железо-аммонийные квасцы, 10%-ный раствор хлористого бария, кислота соляная (плотностью 1,12 г/мл), персульфат аммония, роданид калия, фильтровальная бумага, дистиллированная вода.

***Определение хлоридов*** в исследуемой воде проводится с целью выяснения природы их происхождения (органического или минерального) и пригодности такой воды для поения животных.

Санитарно-гигиеническую оценку наличия и количества хлористых соединений в воде проводят по совокупности показателей загрязнения. Если вода имеет повышенную окисляемость, содержит аммиак, азотистую кислоту и количество хлора выше нормы, это указывает на связь источника с местами поверхностных загрязнений почвы, навозохранилищами, помойными и выгребными ямами. Наличие только хлористых соединений, даже в очень



больших количествах при отсутствии органических загрязнений, указывает на солончаковый характер почвы. Хлориды при концентрации более 1% придают воде соленый вкус и способствуют обезвоживанию тканей с нарушением электролитического баланса в организме животных.

*Принцип метода* основан на соединении хлоридов в воде с азотнокислым серебром с белого творожистого осадка.

Для определения хлоридов в пробирку последовательно наливают: 5 мл исследуемой воды, 10 капель 5%-го раствора нитрата серебра. Обнаружение творожистого осадка указывает на загрязнение земель, навозной жижей.

*Порядок работы.* Для определения количества хлоридов к 1 мл исследуемой воды добавляют 5 мл 0,1 Н раствора нитрата серебра (AgNO<sub>3</sub>). Объем прибавленного раствора нитрата серебра должен быть больше, чем нужно для полного осаждения всего количества ионов хлора. Добавляют 5-7 капель индикатора (насыщенный раствор железо-аммонийных квасцов). Затем титруют 0,1 Н раствором роданида аммония до слабо-коричневого окрашивания. При этом титрование продолжают до исчезающей после сильного встряхивания окраски.

Расчет количества хлоридов (мг/л) производится по формуле:

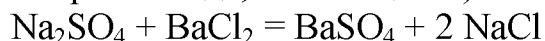
$$X = (A - B) \cdot 0,00585 \cdot 1000,$$

где **A** – количество нитрата серебра; **B** – количество роданида аммония, израсходованное на титрование; **0,00585** – постоянный коэффициент; **1000** – коэффициент перевода на 1 л исследуемой воды.

При централизованном и нецентрализованном водоснабжении содержание хлоридов в воде допускается до 350 мг/л.

**Определение содержания сульфатов в воде.** В воде сульфаты встречаются в виде щелочных и щелочноземельных металлов. В отдельных случаях они встречаются как продукты разложения органических веществ животного происхождения. Однако сульфаты могут быть и минерального происхождения и в больших количествах содержаться в незагрязненной воде. Источником таких сульфатов являются различные осадочные породы, в состав которых входит гипс. Сульфаты при концентрации более 1 г/л оказывают послабляющее действие на животных и изменяют вкус воды.

*Принцип метода* определения сульфатов в исследуемой воде основан на соединении их с хлористым барием с образованием сернокислого бария (нерастворим в воде, белого цвета).



*Порядок работы.* В пробирку наливается 3 мл исследуемой воды и 4-6 капель 10%-го раствора хлористого бария. Образование белой мути указывает на наличие сульфатов в воде.

При централизованном и нецентрализованном водоснабжении содержание сульфатов в воде допускается до 500 мг/л.

**Определение содержания железа в воде.** Железо содержится практически во всех естественных водоемах: в поверхностных водоемах в виде стойкого гуминовокислого  $Fe^{3+}$ , а в подземных водах – в виде гидрокарбоната двухвалентного  $Fe^{2+}$ . После подъема подземной воды на поверхность  $Fe^{2+}$  окисляется кислородом атмосферного воздуха до  $Fe^{3+}$  с образованием гидроксида  $Fe^{3+}$ .

Гидроксид  $Fe^{3+}$  плохо растворяется и образует в воде коричневые хлопья, которые обуславливают ее желто-коричневую окраску, мутность и вязущий металлический привкус. В этих случаях ограничивают использование такой воды в бытовых целях и молочном производстве. Большое количество железа в воде способствует развитию железобактерий, при отмирании которых внутри труб накапливается плотный осадок и засоряет их.

*Принцип определения железа в воде* основан на взаимодействии в сильноокислой среде окисного железа и роданида с образованием окрашенного в красный цвет комплексного соединения роданового железа. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации железа. Чувствительность метода – 0,05 мг/л железа.

*Порядок работы.* В колбу с 50 мл исследуемой воды добавляют: 1 мл соляной кислоты, 2-3 кристалла персульфата аммония, перемешивают и вносят 1 мл роданида калия (роданид аммония), и сразу же фотометрируют при длине волны 490 нм, по отношению к дистиллированной воде, в которую добавлены те же реактивы в тех же количествах. Массовую концентрацию железа в 1 л исследуемой воды находят по калибровочному графику (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Концентрация железа в воде, мг/л**

Согласно СанПиН, допускается концентрация железа 0,3 мг/л.

### **Определение активной реакции воды (рН)**

*Принцип определения активной реакции воды (рН).* Определение активной реакции воды проводят с помощью рН-метра. Между двумя электродами рН-метра, погруженными в воду, возникает разность потенциалов,

пропорциональная концентрации водородных ионов.

*Порядок работы.* Промытый дистиллированной водой электрод подсушивают фильтровальной бумагой, опускают в исследуемую воду и производят отсчет величины рН после установления четкого значения на шкале прибора.

Кислыми ( $\text{pH} < 7$ ) являются болотные воды, богатые на гуминовые вещества (разложение растительных остатков); щелочными ( $\text{pH} > 7$ ) – подземные воды, которые содержат избыточное количество гидрокарбонатов. Изменение активной реакции воды свидетельствует о загрязнении источника водоснабжения кислыми или щелочными сточными водами промышленных предприятий. Активная реакция влияет на процессы очистки и обеззараживания воды: в щелочных водах улучшает осветление и обесцвечивание за счет улучшения процессов коагуляции; в кислой среде ускоряет процесс обеззараживания воды. Высокая щелочная реакция свидетельствует о загрязнении воды органическими веществами.

### ***Контрольные вопросы:***

1. В чем заключается сущность методов определения хлоридов, сульфатов, железа и активной среды (рН) в питьевой воде?
2. С какой целью проводят определение хлоридов, сульфатов и железа в питьевой воде?
3. Каким образом дифференцируют органические загрязнения от минеральных?
4. Санитарно-гигиеническое значение хлоридов, сульфатов и железа в питьевой воде.

## **Тема 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ**

***Время*** – 90 минут.

***Цель занятия:*** Приобретение навыков по определению постоянной, карбонатной и общей жесткости воды.

***Материальное обеспечение:*** Пробы воды, 0,1 Н раствор HCl (1 мл соответствует 2,8 мл CaO); щелочная смесь (равные части 0,1 Н раствора NaOH и 0,1 Н раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 1 мл этой жидкости соответствует 1 мл 0,1 Н раствора HCl); 0,1%-й раствор метилоранжа, конические колбы емкостью 250 мл, бюретки, бумажные фильтры, мерные цилиндры, электроплитка.

Жесткость воды обусловлена, главным образом, присутствием в ней солей жесткости – кальция и магния (сульфатов, хлоридов, карбонатов, гидрокарбонатов и других соединений). Различают общую, устранимую (гидрокарбонатную), постоянную жесткость.

Устранимая (гидрокарбонатная) жесткость обусловлена наличием бикарбонатов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , которые во время кипячения воды превращаются в

нерастворимые карбонаты и выпадают в осадок. *Неустраняемая, или постоянная жесткость* остается после 1 ч кипячения воды и обусловлена наличием хлоридов, сульфатов и некоторых др. соединений  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , не выпадающих в осадок.

Сумму устранимой и постоянной жесткостей называют *общей жесткостью*.

Вода с общей жесткостью до 3,5 мг-экв/л считается мягкой; от 3,5 до 7 мг-экв/л – умеренно жесткой, от 7 до 10 мг-экв/л – жесткой и свыше 10 мг-экв/л – очень жесткой.

При исследовании питьевой воды по воздействию катионов кальция и магния на организм животных установлено, что жесткость питьевой воды относится к факторам неблагоприятного воздействия среды обитания на животных.

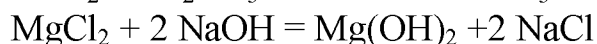
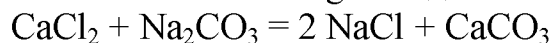
Однако, в жесткой воде быстрее проходят процессы самоочищения (минерализация), лучше зимуют рыбы в рыбоводных хозяйствах. Кальций и магний снижают в воде токсичность некоторых веществ, особенно солей тяжелых металлов.

Жесткость в некоторых случаях может служить показателем загрязнения воды, так как в результате распада органических веществ образуется углекислота, выщелачивающая из почвы соли кальция и магния, что приводит к образованию растворимых двууглекислых соединений.

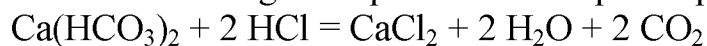
С повышением жесткости изменяются вкусовые качества воды, усложняется кулинарная обработка пищевых продуктов и влияет на качество приготовления пищи (хуже разваривается мясо и бобовые, плохо заваривается чай), образуется накипь на стенках посуды, что снижает время эксплуатации оборудования, повышается расход моющих и дезинфицирующих средств. Постоянное употребление внутрь воды с повышенной жесткостью неблагоприятно действует на пищеварительные процессы (расстройства желудочно-кишечного тракта), вызывает возникновение дерматитов, приводит к накоплению солей в организме и, в конечном итоге, к заболеваниям суставов (артриты, полиартриты), к образованию камней в почках, желчном и мочевом пузырях.

Длительное использование мягкой водой, бедной кальцием, может привести к его дефициту в организме и декальцинации дентина.

*Принцип определения общей жесткости* основан на осаждении всех солей Ca и Mg щелочной смесью, состоящей из равных частей NaOH и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и определении титра оставшейся щелочной смеси 0,1 Н раствором HCl. При этом чем больше солей Ca и Mg находится в исследуемой воде, тем меньше титр.



*Принцип определения карбонатной жесткости* основан на превращении бикарбонатов Ca и Mg в хлористые соли при титровании 0,1 Н раствором HCl.



*Постоянная жесткость* – это разница между общей жесткостью и

карбонатной жесткостью, выраженная в градусах жесткости.

**Определение карбонатной жесткости.** В коническую колбу отмеряют 100 мл исследуемой воды, добавляют 2 капли 0,1%-го раствора метилоранжа и титруют 0,1 Н раствора HCl до появления слабо-розового окрашивания. Число мл 0,1 Н раствора HCl, израсходованное на титрование, умножают на 2,8 и получают количество бикарбонатных солей Ca и Mg в мг в 100 мл исследуемой воды.

*Пример расчета.* Допустим, что на титрование израсходовано 6 мл 0,1 Н раствора HCl, то всего бикарбонатных солей Ca и Mg в 100 мл воды будет  $6 \cdot 2,8 = 16,8$ , а в 1 л – 168 мг, или  $16,8^{\circ}$  (1 градус жесткости соответствует 10 мг CaO).

**Определение общей жесткости.** В титрованную смесь (после определения карбонатной жесткости) приливают 20 мл щелочной смеси. Воду кипятят 3 минуты, охлаждают, наливают в цилиндр и доводят объем дистиллированной водой до 200 мл, отфильтровывают 100 мл, переливают во вторую колбу, добавляют 1 каплю 0,1%-го раствора метилоранжа и титруют 0,1 Н раствором HCl до бледно-розового окрашивания.

*Пример расчета.* Допустим, что при титровании 100 мл фильтрованной жидкости израсходовано 6,5 мл 0,1 Н раствора HCl, а в пересчете на исходные 200 мл вторично титрованной смеси – 13 мл. Следовательно, 7 мл осталось свободными.

Таким образом, 7 мл раствора щелочной смеси связало 19,6 мг ( $7 \cdot 2,8$ ) солей Ca и Mg в 100 мл исследуемой воды, а в 1 л – 196 мг ( $19,6^{\circ}$ ).

**Определение постоянной жесткости.** Постоянная жесткость равна  $19,6 - 16,8 = 2,8^{\circ}$  или 1 мг·экв/л (коэффициент пересчета 0,357).

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что понимают под жесткостью воды?
2. Как определить устранимую жесткость воды?
3. Как определить общую и постоянную жесткости воды?
4. В чем заключается гигиеническое значение жесткости воды?

## **Тема 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОГО ХЛОРА В РАСТВОРЕ ХЛОРНОЙ ИЗВЕСТИ. ХЛОРИРОВАНИЕ И ДЕХЛОРИРОВАНИЕ ВОДЫ**

**Время** – 90 минут

**Цель занятия:** Изучить методы обеззараживания воды, определение эффективности обеззараживания воды хлорной известью.

**Материальное обеспечение:** Пробы воды для хлорирования, колбы на 250 мл, пипетки на 5 и 1 мл, бюретки на 50 мл, пробирки, весы с разновесами, 1%-ный раствор хлорной извести, сухое вещество и 0,01 Н раствор гипосульфита ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , 1 мл эквивалентен 0,355 мг хлора), 1%-ный раствор крахмала, 5%-ный раствор йодистого калия, 25%-ный раствор серной кислоты.

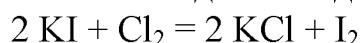
Обеззараживание воды – это процесс уничтожения находящихся в ней бактерий, вирусов, простейших, гельминтов, личинок насекомых и т. п., являющихся возбудителями болезней человека и животных.

Для обеззараживания воды применяют *химические* (реагентные) методы – хлорирование, озонирование, использование олигодинамического действия серебра, а также *физические* (безреагентные) методы – кипячение, ультрафиолетовое облучение, ультразвук, токи высокой частоты и другие.

Наиболее простым, надежным и широко распространенным методом обеззараживания воды является ее хлорирование. Обработка воды проводится соединениями хлора – газообразным хлором  $\text{Cl}_2$ , хлорной известью  $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot \text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ , гипохлоритом кальция  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , хлораминами ( $\text{RNHCl}_2$  и  $\text{RNH}_2\text{Cl}$ ). Во всех случаях при контакте этих соединений с водой выделяется хлорноватистая кислота  $\text{HOCl}$ , которая частично диссоциирует в воде с выделением гипохлорит-ион  $\text{OCl}^-$ . При этом  $\text{HOCl}$  и  $\text{OCl}^-$  обуславливает бактерицидное действие хлора и его соединений и рассматриваются как «активный» хлор. Антимикробный эффект активного хлора связывают с его окислительным действием на вещества, входящие в состав бактериальной клетки, и прежде всего на ферменты, регулирующие окислительно-восстановительные процессы, разрушение ферментной системы микробной клетки происходит в течение 30-40 минут. Вслед за этим происходит деструкция протоплазмы бактериальной клетки.

При хранении хлорная известь под действием диоксида углерода, содержащегося в воздухе, солнечных лучей и др. разлагается с выделением хлора, улетучивающегося в воздух. В связи с этим перед применением хлорной извести в ней следует определять содержание активного хлора, которого должно быть не менее 28%.

**Принцип определения.** Принцип определения основан на вытеснении хлором хлорной извести из раствора йодистого калия эквивалентного количества свободного йода, который титруется раствором гипосульфита.



**Порядок работы при проведении подготовительных работ по хлорированию:** В колбу наливают 50 мл дистиллированной воды, 5 мл 1%-ного раствора хлорной извести, 1 мл 25%-го раствора серной кислоты, 5 мл 5%-ного раствора йодистого калия и 0,3 мл 1%-го раствора крахмала. Выделяющийся свободный йод окрашивает крахмал в синий цвет. Посиневшую жидкость титруют гипосульфитом до полного обесцвечивания.

Расчет ведут по формуле:

$$X = (A \times 0,355) / 5,$$

где **A** – количество 0,01 Н раствора гипосульфита, израсходованного на титрование, мл; **0,355** – коэффициент перевода 0,01 Н раствора гипосульфита в

хлор; **5** – количество 1%-ного раствора хлорной извести.

*Пример расчета.* Допустим, что на титрование 5 мл 1%-ного раствора хлорной извести израсходовано 34,5 мл 0,01 Н раствора гипосульфита.

$$X = (34,5 \times 0,355) / 5 = 2,428 \text{ мг хлора}$$

Процент активного хлора в данной извести рассчитывают по формуле:

$$X = (2,428 \times 1000) / 100 = 24,28\%.$$

**Хлорирование воды.** Количество активного хлора, применяемое для хлорирования, зависит от степени загрязнения воды. Для хлорирования прудовой загрязненной воды мы будем применять 15 мг активного хлора из расчета на 1 л воды. Расчет количества хлорной извести, необходимого для хлорирования прудовой загрязненной воды, ведут по формуле:

$$X = 15 / B,$$

где **15** – количество активного хлора, необходимого для обеззараживания загрязненной воды, мг/л; **B** – концентрация активного хлора в 1 мл 1%-го раствора хлорной извести.

*Пример расчета.* Согласно вышеописанному примеру, концентрация активного хлора в 1 мл 1%-го раствора хлорной извести – 2,428 мг, или 24,28%. Тогда для хлорирования прудовой загрязненной воды необходимо:

$$X = 15 / 2,428 = 6,17 \text{ мл}$$

Следовательно, в 1 л прудовой загрязненной воды необходимо влить 6,17 мл 1%-ного раствора хлорной извести, затем воду хорошо перемешать и настаивать в течение 30 минут.

**Дехлорирование воды.** Качественное определение в воде остаточного хлора определяется по запаху и следующей реакцией: в пробирку наливают 10 мл хлорированной воды, 2-3 капли 5%-го раствора йодистого калия и столько же крахмала. Голубое окрашивание указывает на наличие остаточного хлора.

**Определение гипосульфита, необходимого для дехлорирования.** В колбу наливают 100 мл хлорированной воды, 1 мл 5%-го раствора йодистого калия, 0,3 мл 1%-го раствора крахмала и титруют 0,01 Н раствором гипосульфита до обесцвечивания.

При этом следует помнить, что количество 0,01 Н раствора гипосульфита, израсходованное на дехлорирование, следует умножить на 10, т.к. ведется пересчет на 1 л воды.

Расчет количества сухого гипосульфита натрия, необходимого для дехлорирования, ведут по формуле:

$$X = C \times 2,48,$$

где **C** – количество 0,01 Н раствора гипосульфита, израсходованного на дехлорирование 1 л воды; **2,48** – содержание сухого вещества (мг)

гипосульфита в 1 мл 0,01 Н раствора гипосульфита.

*Пример расчета.* На дехлорирование 100 мл воды израсходовано 1,3 мл 0,01 Н раствора гипосульфита, а на 1 л – 13 мл 0,01 Н раствора гипосульфита.  
 $X = 13 \times 2,48 = 32,24 \text{ мг}$

Дехлорирование производится сухим веществом гипосульфита.

Таким образом, для дехлорирования воды следует взвесить 32,24 мг сухого вещества, а затем высыпать в воду и перемешать до полного растворения.

В дехлорированной воде качественно определяется остаточный хлор по методике дехлорирования воды.

Хлорирование представляет собой простой, надежный и наиболее дешевый способ обеззараживания воды. В то же время хлор придает воде неприятный запах, а при наличии в ней химических загрязнений (из-за выпуска в водоемы сточных вод промышленных предприятий) способствует образованию хлорорганических соединений, которым присуще канцерогенное действие, и хлорфенольных соединений с неприятным запахом. В связи с этим разработан метод хлорирования с преаммонизацией: предварительное введение в воду раствора аммиака связывает хлор в виде хлораминов, обеззараживающих воду, а хлорорганические и хлорфенольные соединения при этом не образуются.

Преимуществами метода хлорирования воды является: высокая окислительная способность хлорной извести и ее производных, что обеспечивает ее широкий спектр бактерицидного действия, наличие дезодорирующих свойств. Хлор предотвращает рост водорослей и биообрастание, окисляет железо и магний, разрушает фенолы, сульфид водорода, цианиды, аммиак и другие соединения азота.

К недостаткам хлорирования воды относятся: повышенные требования к перевозке, хранению и потенциальная токсичность соединений хлора, за счет образования побочных продуктов дезинфекции – тригалогенметанов (ТГМ), хлороформа, бромдихлорметана, дибромхлорметана, моноклорфенола и др. Практически не действует на яйца и личинки гельминтов.

### ***Контрольные вопросы:***

1. С какой целью проводится хлорирование воды?
2. В чем заключается сущность метода хлорирования воды и как проводят хлорирование воды?
3. Что такое дехлорирование воды и как его проводят?
4. Какими преимуществами и недостатками обладает хлор, применяемый для обеззараживания воды?



## Тема 8. ОЦЕНКА ВОДЫ ПО БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

**Время** – 90 минут

**Цель занятия:** Ознакомиться с ветеринарно-санитарными методами исследования воды.

**Материальное обеспечение:** Пробы воды, чашки Петри со стерильными средами (МПА, Эндо, КОДА), подложки Rida ® Count (фирмы Ар-Биофарм, Германия).

*Эпидемиологическая роль* воды заключается в том, что она может быть фактором передачи: возбудителей ряда заболеваний с фекально-оральным механизмом их передачи; кишечных инфекций бактериальной и вирусной этиологии (дизентерия, сальмонеллез, туляремия, энтеровирусные заболевания и пр.); геогельминтозов (аскаридоз, трихоцефалез); биогельминтозов (эхинококкоз); заболеваний, вызванных простейшими (амебная дизентерия, лямблиоз); зооантропонозов (туляремия, лептоспироз и бруцеллез); возбудителей ряда заболеваний кожи и слизистых оболочек (грибковые заболевания – эпидермофития).

Поэтому одним из критериев безопасности вод в эпидемическом отношении является отсутствие патогенных микроорганизмов – возбудителей инфекционных болезней. Однако исследование воды на наличие патогенных микроорганизмов – это довольно продолжительный, сложный и трудоемкий процесс. Поэтому оценку эпидемиологической безопасности воды проводят путем косвенной индикации возможного присутствия возбудителя. Для этого используют два косвенных санитарно-микробиологических показателя – общее микробное число (ОМЧ) и содержание санитарно-показательных микроорганизмов.

**Общее микробное число** – это количество колоний, вырастающих при посеве 1 мл воды на 1,5% мясопептонный агар (МПА) после 24 ч выращивания при температуре 37 °С.

*Для определения общего микробного числа* используют способы культивирования: поверхностный или глубинный.

При *поверхностном способе* культивирования на поверхность МПА стерильной пипеткой наносят 1 мл исследуемой воды и равномерно распределяют ее. После посева чашки Петри помещают в термостат крышками вниз. Инкубацию посевов проводят при температуре 37 °С в течение 24 часов.

При *глубинном способе* культивирования в чашку Петри вносят 1 мл исследуемой воды и заливают 10-15 мл расплавленного и остуженного до 45 °С агара, затем агар и посевной материал тщательно перемешивают. Инкубацию посевов проводят в термостате при температуре 37 °С в течение 24 часов.

При исследовании мутной и ржавой воды (заведомо загрязненной микроорганизмами) используют *метод серийных десятикратных разведений* с последующим посевом на МПА. Предварительно готовят пробирки, содержащие 9 мл стерильной водопроводной воды (физраствора). В первую

пробирку вносят 1 мл исследуемой воды (разведение 1:10). Содержимое тщательно перемешивают, а затем берут из нее стерильной пипеткой 1 мл и переносят его во вторую пробирку (разведение 1:100) и т.д., количество разведений зависит от предполагаемой загрязненности воды (всего готовят 3-7 разведений). Затем исследуемую воду и ряд ее десятикратных разведений в объеме 1 мл вносят в чашки Петри, после чего в последние заливают стерильный остуженный МПА. Инкубацию проводят аналогично вышеуказанному способу.

Расчет количества бактерий ведут путем визуального подсчета колоний, выросших на поверхности питательной среды, исходя из правила: одна колония – одна КОЕ (колонию образующая единица). При прямом подсчете с обратной стороны дна чашки Петри с помощью маркера отмечают каждую подсчитанную колонию (чтобы не учитывали ее дважды).

Общее микробное число, т.е. число колоний бактерий в 1 мл питьевой воды, не должно превышать 50.

**Санитарно-показательные микроорганизмы** – бактерии группы кишечной палочки (БГКП). К ним принадлежат бактерии родов *Echerihia*, *Enterobacter*, *Citrobacteri* другие представители семьи *Enterobacteriacear*, которые являются грамотрицательными палочками, не образующими спор и капсул.

Наличие и количество БГКП в воде свидетельствует о фекальном происхождении загрязнения и возможной контаминации воды патогенными микроорганизмами кишечной группы. Количественно этот показатель характеризуется *индексом БГКП* (количество колониобразующих единиц (КОЕ) – бактерий группы кишечных палочек в 1 дм<sup>3</sup> воды) и *титром БГКП* (наименьшее количество исследуемой воды, в которой обнаруживают одну БГКП).

При *определении бактерий группы кишечной палочки* посев проводят «глубинным способом»: на дно стерильной чашки Петри заливают 1 мл исследуемой воды, а затем доливают 10 мл охлажденного агара Эндо или КОДА. В дальнейшем чашки Петри помещают в термостат на 48 ч при температуре 37 °С, а затем подсчитывают количество выросших колоний.

*Определение общего микробного числа (ОМЧ) и бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в воде с использованием подложек Rida ® Count (фирмы Ар-Биофарм, Германия).*

*Порядок работы.* Ножницами вскрывают герметично упакованный стерильный пакет с подложками. Затем из открытого пакета извлекают подложку, и, приподняв прозрачную пленку, вводят 1 мл исследуемой воды, а далее подложку закрывают прозрачной пленкой. В таком виде образец исследуемой воды помещается в термостат на 24-48 ч при температуре 35- 37 °С.

Расчет количества бактерий ведут путем визуального подсчета колоний, выросших на поверхности питательной среды подложек, исходя из правила: одна колония – одна КОЕ (колонию образующая единица).

Безопасность питьевой воды в эпидемиологическом отношении определяется отсутствием в ней болезнетворных бактерий, вирусов и простейших микроорганизмов, ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям, представленным в приложении 5.

***Контрольные вопросы:***

1. Как проводится оценка степени бактериального загрязнения воды?
2. Какие методы оценки безопасности питьевой воды используются при ее санитарно-гигиенической оценке?

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигиена животных : учебное пособие / В. А. Медведский [и др.]; под ред. В. А. Медведского. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – 591 с.
2. Гигиена сельскохозяйственных животных : учебно-методическое пособие / И. И. Кочиш [и др.]. – Москва : ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, 2016. – Ч. 2. Гигиенический контроль воды и кормов. – 99 с.
3. Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения: СанПиН и ГН, утв. пост. Гл. госуд. сан. врача Респ. Беларусь 02.08.2010, № 105. – Минск, 2010. – 25 с.
4. Готовский, Д. Г. Ветеринарная санитария. Практикум: учебное пособие / Д. Г. Готовский. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 400 с.
5. Готовский, Д. Г. Санитарно-гигиенический контроль качества воды : учебно-методическое пособие / Д. Г. Готовский, С. Б. Спиридонов. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – 32 с.
6. Карташова, А. Н. Гигиена животных. Практикум : учебное пособие / А. Н. Карташова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 292 с.
7. Медведский, В. А. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов. Практикум : учебное пособие / В. А. Медведский, Н. А. Садомов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 328 с.
8. Медведский, В. А. Общая гигиена : учебник / В. А. Медведский, А. Н. Карташова, И. В. Щебеток ; под ред В. А. Медведского. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – 252 с.
9. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: санитарные правила и нормы 10-124 РБ 99. – Минск, 1999. – 68 с.
10. Показатели безопасности и безвредности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования и воды в ванне бассейна [Электронный ресурс]: гигиенический норматив : утв. пост. Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021, № 37 / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1>. – Дата доступа: 13.09.2022.
11. Показатели безопасности питьевой воды [Электронный ресурс]: гигиенический норматив : утв. пост. Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021, № 37 / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1>. – Дата доступа: 13.09.2022.
12. Требования к физиологической полноценности питьевой воды : Сан-ПиН, утв. М-вом здравоохр. Респ. Беларусь 25.10.2012, № 166. – Минск, 2012. – 4 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Нормативы благоприятных органолептических свойств воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы, не более
Запах	Баллы	2
Привкус	Баллы	2
Цветность	Градусы	20 (35)
Мутность	Единицы мутности по формазину (ЕМФ), мг/дм <sup>3</sup>	2,6 (3,5)
	Единицы мутности по коалину, мг/ дм <sup>3</sup>	1,5 (2)

Примечание. Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

### Приложение 2

#### Нормативы обобщенных показателей и наиболее распространенных химических веществ в питьевой воде

Наименование показателя	Единица измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности <sub>1)</sub>	Класс опасности
1	2	3	4	5
<b>Обобщенные показатели</b>				
Водородный показатель	единицы рН	в пределах 6–9		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм <sup>3</sup>	1000 (1500) <sub>2)</sub>		
Жесткость общая	ммоль/дм <sup>3</sup>	7,0 (10) <sub>2)</sub>		
Окисляемость перманганатная	мг/дм <sup>3</sup>	5,0		
Нефтепродукты, суммарно	мг/дм <sup>3</sup>	0,1		
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/дм <sup>3</sup>	0,5		
Фенольный индекс	мг/дм <sup>3</sup>	0,25		

1	2	3	4	5
<b>Неорганические вещества</b>				
Алюминий (Al <sup>3+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	с.-т.	2
Барий (Ba <sup>2+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	с.-т.	2
1	2	3	4	5
Бериллий (Be <sup>2+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	0,0002	с.-т.	1
Бор (В, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	1,0	с.-т.	2
Железо (Fe, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,3 (1,0) <sub>2)</sub>	орг.	3
Кадмий (Cd, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,001	с.-т.	2
Марганец (Mn, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,1 (0,5) <sub>2)</sub>	орг.	3
Медь (Cu, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	1,0	орг.	3
Молибден (Mo, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,25	с.-т.	2
Мышьяк (As, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,05	с.-т.	2
Никель (Ni, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	с.-т.	3
Нитраты (по NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	45	с.-т.	3
Ртуть (Hg, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,0005	с.-т.	1
Свинец (Pb, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,03	с.-т.	2
Селен (Se, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,01	с.-т.	2
Стронций (Sr <sup>2+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	7,0	с.-т.	2
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	500	орг.	4
Фториды (F <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	1,5	с.-т.	2
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	350	орг.	4
Хром (Cr <sup>6+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	0,05	с.-т.	3
Цианиды (CN <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	0,035	с.-т.	2
Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	5,0	орг.	3
<b>Органические вещества</b>				
g-ГХЦГ (линдан)	мг/дм <sup>3</sup>	0,002 <sub>3)</sub>	с.-т.	1
ДДТ (сумма изомеров)	мг/дм <sup>3</sup>	0,002 <sub>3)</sub>	с.-т.	2
2,4-Д	мг/дм <sup>3</sup>	0,03 <sub>3)</sub>	с.-т.	2

Примечания:

1. Лимитирующий признак вредности вещества, по которому установлен норматив: «с.-т.» – санитарно-токсикологический, «орг.» – органолептический.
2. Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.
3. Нормативы приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

### Приложение 3

#### Нормативы радиационной безопасности питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы, не более	Показатель вредности
Общая $\alpha$ -радиоактивность	Бк/ дм <sup>3</sup>	0,1	радиаци.
Общая $\beta$ -радиоактивность	Бк/ дм <sup>3</sup>	1,0	радиаци.

### Приложение 4

#### Предельно допустимые концентрации вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки

Наименование показателя	Единица измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Хлор <sub>1)</sub> остаточный свободный	мг/дм <sup>3</sup>	в пределах 0,3–0,5	орг.	3
остаточный связанный	мг/дм <sup>3</sup>	в пределах 0,8–1,2	орг.	3
Хлороформ (при хлорировании воды)	мг/дм <sup>3</sup>	0,2 <sub>2)</sub>	с.-т.	2
Озон остаточный <sub>3)</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	орг.	
Формальдегид (при озонировании воды)	мг/дм <sup>3</sup>	0,05	с.-т.	2
Полиакриламид	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	с.-т.	2
Активированная кремнекислота (по Si)	мг/дм <sup>3</sup>	10	с.-т.	2
Полифосфаты (по PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	орг.	3
Остаточные количества алюминий- и железосодержащих коагулянтов	мг/дм <sup>3</sup>	см. Показатели «Алюминий», «Железо» таблицы 2		
Диоксид хлора	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	с.-т., орг. (запах)	3

Примечания:

1. При обеззараживании воды свободным хлором время его контакта с водой должно составлять не менее 30 минут, связанным хлором – не менее 60 минут. Контроль за содержанием остаточного хлора производится перед подачей воды в распределительную сеть.

При одновременном присутствии в воде свободного и связанного хлора их общая концентрация не должна превышать 1,2 мг/л.

В отдельных случаях по согласованию с органами госсаннадзора может быть допущена повышенная концентрация хлора в питьевой воде.

2. Норматив принят в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

3. Контроль за содержанием остаточного озона производится после камеры смешения при обеспечении времени контакта не менее 12 минут.

## Приложение 5

### Нормы безопасности питьевой воды по микробиологическим и паразитологическим показателям

Наименование показателя	Единица измерения	Норматив
Термотолерантные колиформные бактерии <sub>1)</sub> (ТКБ)	Число бактерий в 100 см <sup>3</sup>	Отсутствие
Общие колиформные бактерии <sub>1), 2)</sub> (ОКБ)	Число бактерий в 100 см <sup>3</sup>	Отсутствие
Общее микробное число <sub>2)</sub> (ОМЧ)	Число образующих колонии бактерий (КОЕ) в 1 см <sup>3</sup>	Не более 50
Колифаги <sub>3)</sub>	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 см <sup>3</sup>	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий <sub>4)</sub>	Число спор в 20 см <sup>3</sup>	Отсутствие
Цисты лямблий <sub>3)</sub>	Число цист в 50 дм <sup>3</sup>	Отсутствие

Примечания: 1. При определении проводится трехкратное исследование по 100 см<sup>3</sup> отобранной пробы воды.

2. Превышение норматива не допускается в 95 % проб, отбираемых в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети в течение 12 месяцев, при количестве исследуемых проб не менее 100 за год.

3. Определение проводится в системах водоснабжения из поверхностных источников перед подачей воды в распределительную сеть.

4. Определение проводится при оценке эффективности технологии обработки воды.



**Показатели физиологической полноценности макро- и микроэлементного состава питьевой воды**

Показатели	Единицы измерения	Нормативы физиологической полноценности, в пределах
<b>Основные критерии</b>		
1. Сухой остаток	мг/куб. дм	100,0–1000,0
2. Жесткость	градус жесткости (°Ж)	1,5–7,0
3. Кальций (Ca)	мг/куб. дм	25,0–130,0
4. Магний (Mg)	мг/куб. дм	5,0–65,0
5. Калий (K)	мг/куб. дм	2,0–20,0
6. Бикарбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ )	мг/куб. дм	30,0–400,0
<b>Дополнительные критерии</b>		
7. Фторид-ион ( $\text{F}^-$ )	мг/куб. дм	0,5–1,5

**Гигиенические нормативы качества воды в источниках  
децентрализованного питьевого водоснабжения**

Показатели	Единицы измерения	Гигиенический норматив
<b>Органолептические показатели</b>		
Запах	Баллы	Не более 3
Привкус	Баллы	Не более 3
Цветность	Градусы	Не более 30
Мутность	Единицы мутности по формазину, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 3,5
	Единицы мутности по коалину, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 2,0
<b>Санитарно-химические показатели</b>		
Водородный показатель	Единицы pH	6-9
Жесткость общая	мг-экв./ дм <sup>3</sup>	Не более 10
Окисляемость перманганатная	мг/дм <sup>3</sup>	Не более 7
Нитраты (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	Не более 45
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм <sup>3</sup>	Не более 1500
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	Не более 500
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	Не более 350
<b>Микробиологические показатели</b>		
Общие колиформные бактерии*	Число бактерий в 100 см <sup>3</sup>	Отсутствие
Общее микробное число (при 37 °С)	Число образующих колоний микробов в 1 см <sup>3</sup>	Не более 100
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 см <sup>3</sup>	Отсутствие

Примечание.\* При отсутствии общих колиформных бактерий производится определение глюкозоположительных колиформных бактерий с постановкой оксидазного теста. По эпидемическим показателям вода исследуется на наличие патогенных микроорганизмов кишечной группы.



Учебное издание

**Карпеня** Михаил Михайлович,  
**Карташова** Анна Николаевна,  
**Щебеток** Ирина Владимировна и др.

## **ГИГИЕНА ЖИВОТНЫХ. ГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВОДЫ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск М. М. Карпеня  
Технический редактор О. В. Луговая  
Компьютерный набор А. Н. Карташова  
Компьютерная верстка Е. В. Морозова  
Корректор Т. А. Никитенко

Подписано в печать 07.09.2022. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 2,02. Тираж 100 экз. Заказ 2298.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.  
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.  
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.  
Тел.: (0212) 48-17-82.  
E-mail: rio@vsavm.by  
<http://www.vsavm.by>