И. П. СЕМЁНОВ, И. В. СКОРОБОГАТАЯ

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Минск БГМУ 2023

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ГИГИЕНЫ ТРУДА

И. П. СЕМЁНОВ, И. В. СКОРОБОГАТАЯ

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Учебно-методическое пособие

Минск БГМУ 2023

УДК 614.777(075.8)
ББК 51.21я73
С44

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 15.03.2023 г., протокол № 3

Р е ц е н з е н т ы: канд. мед. наук, доц. каф. общей гигиены Н. Л. Бацукова; каф. гигиены детей и подростков

Семёнов, И. П.

С44 Гигиеническая оценка качества питьевой воды : учебно-методическое пособие / И. П. Семёнов, И. В. Скоробогатая. – Минск : БГМУ, 2023. – 32 с.

ISBN 978-985-21-1335-9.

Содержит основные аспекты проведения гигиенической оценки качества питьевой воды централизованной и нецентрализованной систем водоснабжения.

Предназначено для студентов 4-го курса медико-профилактического факультета.

УДК 614.777(075.8)
ББК 51.21я73

ISBN 978-985-21-1335-9

© Семёнов И. П., Скоробогатая И. В., 2023
© УО «Белорусский государственный медицинский университет», 2023

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Соблюдение гигиенических нормативов качества питьевой воды является одним из важнейших мероприятий профилактической медицины. Критерии оценки безопасности воды для здоровья постоянно менялись с расширением медицинских и биологических знаний. Соответственно менялись и нормативные требования к качеству воды, поскольку она имеет физиологическое и гигиеническое значение.

В условиях значительного загрязнения ксенобиотиками природных вод проблема гигиены водоснабжения затрагивает интересы очень большого круга людей. Кроме этого, широкое применение традиционного хлорирования и озонирования для обеззараживания питьевой воды, проведение осветления для улучшения ее органолептических свойств приводит к искусственному внесению в воду химических веществ. В связи с этим возникает необходимость в осуществлении контроля за качеством питьевой воды.

Цель занятия: изучить гигиенические требования к качеству питьевой воды централизованной и нецентрализованной систем водоснабжения, изучить требования к физиологической полноценности питьевой воды, освоить навыки проведения гигиенической оценки качества питьевой воды по установленным нормативам.

Задачи занятия:

1. Изучить виды показателей, характеризующих органолептические свойства питьевой воды, безопасность ее в эпидемическом и радиационном отношениях, безвредность по химическому составу.
2. Изучить требования к физиологической полноценности питьевой воды.
3. Выработать практические навыки оценки результатов лабораторных исследований в соответствии с действующими нормативами качества питьевой воды при централизованном и нецентрализованном видах водоснабжения.

Требования к исходному уровню знаний. Для полного освоения темы студенту необходимо повторить материал из курсов:

– *нормальной физиологии* — физиология жидкостей тела;

– *общей гигиены* — питьевая вода, методы улучшения качества питьевой воды.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин:

1. Вода как универсальный растворитель.
2. Физиологическое и гигиеническое значение воды.
3. Отбор проб воды на физико-химический и бактериологический анализ.
4. Влияние химического состава воды на здоровье населения.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Физиологическое, гигиеническое и эпидемиологическое значение воды.

2. Влияние природных и социальных факторов на уровень водопотребления.

3. Системы водоснабжения населения, их сравнительная гигиеническая характеристика.

4. Основные гигиенические требования к качеству питьевой воды при централизованном и нецентрализованном видах водоснабжения.

5. Требования к физиологической полноценности питьевой воды.

6. Условия временного отклонения от соблюдения гигиенических нормативов качества воды и запрещения (ограничения) использования населением питьевой воды при централизованном водоснабжении.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Вода питьевая (вода питьевого качества) — вода, которая по органолептическим свойствам, микробиологическому и химическому составу соответствует действующим санитарным нормам и правилам и безопасна для жизни и здоровья человека.

Водопроводная сеть (водопроводные сооружения) — система трубопроводов и сооружений на них для подачи воды к местам ее потребления.

Централизованная система питьевого водоснабжения — комплекс устройств и сооружений для забора, подготовки (без подготовки), хранения и подачи питьевой воды всей совокупности ее потребителей.

Нецентрализованная система питьевого водоснабжения — комплекс устройств и сооружений (шахтный колодец, скважина, водоразборная колонка, водоочистная установка и т. п.) для обеспечения питьевой водой отдельных групп или одиночных потребителей.

Нормативы качества питьевой воды (нормативные требования) — совокупность устанавливаемых нормативными правовыми актами Республики Беларусь допустимых показателей химического и микробиологического (биологического) состава и органолептических свойств питьевой воды, гарантирующих ее безопасность и безвредность для здоровья человека.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) химического вещества (органического, неорганического) в питьевой воде — максимальная концентрация химического вещества в воде, которая при воздействии на человека в течение всей его жизни прямо или опосредованно (через изменения органолептических свойств воды) не вызывает отклонений в состоянии организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами исследования сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений, а также не ухудшает гигиенические условия водопользования населения.

Ориентировочный допустимый уровень (ОДУ) химического вещества (органического, неорганического) в питьевой воде — временный гигиенический норматив, устанавливаемый на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности.

Лимитирующий показатель вредности — показатель, характеризующий направленность биологического действия загрязняющего химического вещества (органолептический, общесанитарный, санитарно-токсикологический), который имеет наименьшую абсолютную пороговую (подпороговую) концентрацию и на основании которого установлена числовая величина гигиенического норматива (ПДК или ОДУ).

Критерии физиологической полноценности макро- и микроэлементного состава питьевой воды (критерии физиологической полноценности питьевой воды) — признаки, на основании которых оценивается физиологическая полноценность питьевой воды по макро- и микроэлементному составу.

Нормативы физиологической полноценности макро- и микроэлементного состава питьевой воды (нормативы физиологической полноценности питьевой воды) — рекомендуемые для Республики Беларусь величины показателей физиологической полноценности питьевой воды, установленные с учетом поступления основных макро- и микроэлементов с пищевыми продуктами, соответствие которым позволяет покрыть потребности практически всех представителей группы здоровых лиц, что обеспечивает профилактику заболеваний людей, связанных с недостатком или избытком жизненно важных биогенных элементов.

Физиологическая полноценность макро- и микроэлементного состава питьевой воды (физиологическая полноценность питьевой воды) — соответствие питьевой воды нормативам физиологической полноценности по следующим показателям: общая минерализация (сухой остаток), общая жесткость, содержание кальция, магния, калия, бикарбонатов, фторид-ионов.

Физиологически полноценная питьевая вода — питьевая вода, происходящая из самостоятельных подземных водоисточников, защищенность которых обоснована гидрогеологическими данными, имеющая устойчивый природный состав, соответствующая требованиям безопасности для питьевой воды, а также основному и дополнительному критериям физиологической полноценности воды по своему природному составу.

Нормы питьевого водопотребления — количество питьевой воды, необходимое для удовлетворения физиологических и бытовых нужд одного человека в течение суток в конкретном поселении, на отдельном объекте или транспортном средстве при нормальном функционировании систем питьевого водоснабжения или в чрезвычайных ситуациях.

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Органолептические свойства воды играют большую роль в водопотреблении. Повышенная мутность или цветность воды, появление запахов могут вызывать эстетический дискомфорт и в некоторых случаях заставляют отказаться от использования ее, даже если она безопасна в эпидемиологическом отношении.

Гигиеническое значение запахов и привкусов питьевой воды заключается в следующем:

– при их интенсивности выше 2 баллов ограничивается водопотребление;

– искусственные запахи и привкусы могут служить косвенными показателями загрязнения воды промышленными сточными водами;

– естественные запахи и привкусы интенсивностью выше 2 баллов свидетельствуют о наличии в воде биологически активных веществ, выделяемых сине-зелеными водорослями.

Цветность воды — это природное свойство, обусловленное наличием в воде гуминовых веществ, которые придают ей различную окраску — от желтоватого до коричневого цвета. Гуминовые вещества образуются при разрушении органических соединений в почве, вымываются из нее и поступают в воды открытых водоемов. Поэтому цветность присуща воде открытых водоемов и резко увеличивается в паводковый период.

Гигиеническое значение цветности заключается в следующем:

– при высокой цветности ограничивается водопотребление;

– увеличение цветности подземных вод свидетельствует об их загрязнении;

– цветность является показателем эффективности обесцвечивания на водопроводных сооружениях.

Мутностью воды называется природное свойство, обусловленное наличием в ней взвешенных частиц минерального или органического (фито- и зоопланктон) состава.

Гигиеническое значение мутности состоит в следующем:

– при высокой мутности ограничивается водопотребление;

– увеличение мутности природных вод свидетельствует об их загрязнении;

– мутность воды является показателем эффективности процессов ее осветления при водоподготовке.

Водородный показатель (pH, активная реакция) — природное свойство воды, обусловленное наличием в ней свободных ионов водорода (H+). Кислыми являются болотные воды, содержащие гуминовые вещества, щелочными — подземные воды, богатые бикарбонатами.

Гигиеническое значение данного показателя заключается в следующем — pH:

– определяет природные свойства воды;

– является индикатором загрязнения открытых водоемов кислыми или щелочными производственными сточными водами;

– позволяет контролировать эффективность подщелачивания воды;

– влияет на процессы коагуляции при водоподготовке.

Общая минерализация (сухой остаток) питьевой воды имеет большое значение. Воды, содержащие избыточное количество минеральных солей, непригодны для питья из-за соленого или горько-соленого вкуса. Употребление воды как избыточно минерализованной, так и слабоминерализованной может вызвать неблагоприятные физиологические отклонения в организме.

Общая жесткость — природное свойство воды, обусловленное наличием в ней солей Ca^{2+} и Mg^{2+}. Вода с высокой жесткостью часто имеет неприятный вкус, что ограничивает ее потребление. Высокая жесткость воды влияет на течение ряда физиологических процессов (нарушение процессов всасывания жиров и моторной деятельности кишечника) и заболеваний (ухудшение течения мочекаменной болезни, развитие дерматитов, болезней щитовидной железы и т. д.). Как правило, для питьевых целей предпочтительнее использовать воду средней жесткости, для хозяйственных и промышленных — мягкую.

Окисляемость перманганатная — показатель качества воды, определяемый количеством кислорода (в мг), расходующимся на химическое окисление легко окисляемых органических и неорганических веществ, содержащихся в 1 л воды. Это санитарно-химический показатель эпидемической безопасности воды, позволяющий косвенно судить о количестве легко окисляемых органических веществ, содержащихся в ней. Повышенная окисляемость может указывать на загрязнение воды. Окисляемость грунтовых вод обычно выше, чем глубоких подземных. Судить о ней можно и визуально: она тем выше, чем больше цветность воды. Наибольшая окисляемость характерна для поверхностных вод болотного происхождения, содержащих в значительных количествах гуминовые соединения.

Железо в поверхностных водах содержится в виде достаточно устойчивого гуминового железа (II), в подземных — главным образом в виде бикарбоната — $Fe(HCO_3)^2$. При контакте подземной воды с воздухом бикарбонат железа окисляется и в результате образуются бурые хлопья гидроксида железа (III) — $Fe(OH)_3$, придающие воде мутность и окраску. Высокое содержание железа придает воде вяжущий привкус и ухудшает ее органолептические свойства. Такая вода непригодна в пищевой и текстильной промышленности; в ней интенсивно размножается железо, усваивающее микроорганизмы, что также ухудшает ее органолептические свойства.

Хлориды широко распространены во всех природных водах благодаря высокой растворимости. Поэтому, используя их как показатель эпидемической

безопасности воды, необходимо учитывать местные условия формирования ее качества. Хлориды имеют значительное гигиеническое значение. С одной стороны, хлориды в высоких концентрациях угнетают процесс желудочной секреции и ограничивают водопотребление. С другой стороны, являются показателем органического загрязнения подземных и поверхностных водоисточников.

Аммиак, нитриты и нитраты являются последовательно образующимися продуктами, завершающими биохимические процессы аммонификации и минерализации органического вещества. Поэтому их рассматривают как санитарно-химический показатель безопасности воды.

Наличие в воде больших количеств аммонийного и нитритного азота может свидетельствовать о сравнительно свежем загрязнении ее азотсодержащими органическими веществами. Давнее загрязнение воды органическими веществами характеризуется повышенным содержанием нитратов. Наличие в воде всех трех показателей в повышенных концентрациях может рассматриваться как сигнал о сравнительно давно начавшемся и все еще продолжающемся загрязнении. Однако увеличение количества каждого их указанных соединений отдельно не может указывать на загрязнение, так как данный процесс, возможно, имеет природное происхождение. Поэтому решить вопрос о вероятности органического загрязнения можно только путем анализа изменения содержания всех трех указанных продуктов за определенный промежуток времени.

НОРМАТИВЫ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПРИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ

Гигиенические требования к качеству питьевой виды, производимой и подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения населенных мест, определены в следующих нормативно-правовых актах:

– гигиеническом нормативе (ГН) «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденном постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37;

– санитарных правилах и нормах 2.1.4 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99».

Качество питьевой воды при централизованной системе водоснабжения должно соответствовать гигиеническим требованиям в следующих точках системы водоснабжения:

– перед ее поступлением в распределительную сеть;

– в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети.

Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется отсутствием в ней болезнетворных бактерий, вирусов и простейших

микроорганизмов. Оценку безопасности проводят по микробиологическим и паразитологическим показателям (табл. 1).

Таблица 1

Микробиологические и паразитологические показатели безопасности питьевой воды

Наименование показателей	Единицы измерения	Норматив
Термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ)	число бактерий в 100 $см^3$	отсутствие
Общие колиформные бактерии (ОКБ)	число бактерий в 100 $см^3$	отсутствие
Общее микробное число (ОМЧ)	число образующих колонии бактерий в 1 $см^3$	не более 50
Колифаги	число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 $см^3$	отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	число спор в 20 $см^3$	отсутствие
Цисты лямблий	число цист в 50 $дм^3$	отсутствие
Ооцисты криптоспоридий	число цист в 50 $дм^3$	отсутствие
Энтеровирусы	число геномных эквивалентов в 1000 $дм^3$	отсутствие
Legionella pneumophila:	число образующих колонии бактерий в 1 $дм^3$	
в образцах воды из систем горячего и холодного водоснабжения в бассейнах, аквапарках, джакузи общественного пользования, SPA-салонах, организациях, оказывающих банные услуги, гостиницах		не более 100
в образцах воды из систем горячего и холодного водоснабжения в отделениях реанимации и интенсивной терапии больничных организаций здравоохранения		не более 50

Особенности проведения исследований питьевой воды по микробиологическим показателям. При исследовании питьевой воды централизованных систем питьевого водоснабжения в порядке производственного контроля и при осуществлении государственного санитарного надзора для определения соответствия микробиологическим показателям безопасности в каждой пробе проводится определение:

– ТКБ;
– ОКБ;
– ОМЧ;
– колифагов.

При определении ТКБ и ОКБ проводится трехкратное исследование по 100 $см^3$ отобранной пробы воды.

Превышение норматива ОКБ и ОМЧ не допускается в 95 процентах проб, отбираемых в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети в течение 12 месяцев, при количестве исследуемых проб не менее 100 за год.

Превышение допускается в единичных, но не в двух последовательно отобранных в одной и той же точке пробах. Уровень загрязнения при этом по показателю ОКБ — не более 2 КОЕ (колоний образующих единиц) бактерий семейства Enterobacteriaceae в 100 $см^3$.

При обнаружении в пробе питьевой воды ТКБ и (или) ОКБ, и (или) колифагов проводится их определение в повторно взятых в экстренном порядке (в течение суток) пробах воды. В таких случаях для выявления причин загрязнения одновременно проводится определение *хлоридов, азота аммонийного, нитратов* и *нитритов*.

При обнаружении в повторно взятых пробах воды ОКБ в количестве более 2 в 100 $см^3$ и (или) ТКБ, и (или) *колифагов* проводится исследование проб воды для определения *патогенных бактерий кишечной группы* и (или) *энтеровирусов*.

Исследования по определению в пробах воды энтеровирусов проводятся в городах с численностью населения, обеспечиваемого питьевой водой из данной системы централизованного питьевого водоснабжения, свыше 100 тыс. человек. Контролируемым показателем является РНК энтеровирусов. При обнаружении в исследуемой пробе воды РНК энтеровирусов проводится их определение в повторно взятой в течение одних суток пробе воды.

Исследования по определению в пробах воды *энтеровирусов* осуществляются в системах водоснабжения из поверхностных и подземных источников:

– перед подачей воды в распределительную сеть;

– из распределительной сети в пробах, отобранных в местах водоразбора в конечной точке зоны влияния водозаборов из поверхностных водоисточников и подземных групповых (питающихся группой скважин) водозаборов.

Исследования питьевой воды на наличие патогенных бактерий кишечной группы и энтеровирусов проводится также по эпидемиологическим показаниям по решению территориального органа госсаннадзора. Такие исследования воды (на наличие патогенных микроорганизмов) могут проводиться только в лабораториях, имеющих разрешение на выполнение этих работ.

В системах водоснабжения с водозабором из поверхностных источников или из подземных водных объектов с влиянием поверхностных вод перед подачей воды в распределительную сеть проводится определение:

– колифагов;

– цист лямблий;

– ооцист криптоспоридий.

Определение *спор сульфитредуцирующих клостридий* проводится при оценке эффективности технологии обработки воды.

Исследования на наличие Legionella pneumophila в образцах воды из систем горячего и холодного водоснабжения осуществляются в рамках программы производственного контроля, разрабатываемой субъектами хозяйствования, с периодичностью исследований не реже одного раза в год.

Если вместо норматива указано «отсутствие», это означает, что присутствие данного показателя в воде централизованных систем питьевого водоснабжения недопустимо.

Для каждого водозабора определяется порядок исследования нормируемых микробиологических показателей при составлении рабочей программы производственного контроля качества воды.

Безопасность питьевой воды по химическому составу определяется по следующим группам показателей:

1. Органолептические показатели, обобщенные показатели, содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Республики Беларусь, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение (ГН «Показатели безопасности питьевой воды», табл. 2). К этой группе относятся такие показатели как кислотность среды (pH), сухой остаток (общая минерализация), общая жесткость, окисляемость перманганатная, фенольный индекс, содержание нефтепродуктов и поверхностно-активных веществ (ПАВ), а также анионов и катионов: Al^{3+}, Ba^{2+}, B, Fe, Mn, Cu , NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-, F^- и др.

Также по формуле рассчитываются:

– комплексный показатель токсичности по сумме нитратов и нитритов;

– комплексный показатель токсичности по сумме пестицидов.

Расчет показателей, включенных в раздел «Комплексные показатели токсичности», проводится путем суммирования отношений фактически обнаруженных концентраций каждого из веществ в питьевой воде (C_1, C_2 … C_n) к соответствующей ПДК ($ПДК_1$, $ПДК_2$ … $ПДК_n$):

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \cdots \frac{C_n}{ПДК_n} .$$

2. Содержание вредных химических веществ, поступающих в воду и образующихся в ней в процессе ее обработки и в системе водоснабжения (ГН «Показатели безопасности питьевой воды», табл. 3).

К этой группе относятся показатели содержания тех химических веществ и соединений (хлор, хлороформ, озон, формальдегид, акриламид, полифосфаты, остаточные количества Al- и Fe-содержащих коагулянтов и др.), которые могут поступать в воду в процессе водоподготовки (при осветлении, обесцвечивании, обеззараживании, умягчении, фторировании и т. д.) и загрязнять ее при контакте с материалом водопроводного оборудования.

Все вещества в этой группе разделены на подгруппы:

– остаточное количество дезинфектантов (диоксид хлора, остаточный хлор, остаточный озон);

– побочные продукты дезинфекции (формальдегид, хлороформ и др.);

– вещества, поступающие в воду при водоподготовке (акриламид, винилхлорид, эпихлоргидрин и др.).

Также рассчитывается *комплексный показатель токсичности по сумме тригалометанов* (бромдихлорметан, бромоформ, дибромхлорметан и хлороформ) по вышеуказанной формуле.

Перечень контролируемых показателей безопасности, связанных с поступлением и образованием веществ в питьевой воде в процессе ее обработки и из системы водоснабжения, определяется исходя из используемых методов водоподготовки и материалов, контактирующих с питьевой водой. Например, при обеззараживании питьевой воды методом хлорирования следует включить такие показатели как содержание остаточного связанного хлора, остаточного свободного хлора и хлороформа. При обеззараживании методом озонирования — остаточный озон и формальдегид.

Содержание остаточного хлора регламентируется не только по ПДК, но определена и минимальная концентрация остаточного хлора, гарантирующая эффективность обеззараживания (табл. 2).

Таблица 2

Минимальные концентрации остаточного хлора

Наименование показателя	**Единицы измерения**	**Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более**	**Показатель вредности**	**Класс опасности**
Хлор остаточный свободный	мг/дм^3	в пределах 0,3–0,5	орг.	3
Хлор остаточный связанный	мг/дм^3	в пределах 0,3–0,5	орг.	3

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.

Так же регламентируется время контакта обеззараживающего вещества с обрабатываемой водой. Так, при обеззараживании воды свободным хлором время его контакта с водой должно составлять не менее 30 мин, связанным (т. е. в составе хлораминов) хлором — не менее 60 мин.

Контроль за содержанием остаточного хлора осуществляется перед подачей воды в распределительную сеть.

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

3. Содержание вредных веществ, поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека (ГН «Показатели безопасности питьевой воды», табл. 6–8).

К третьей группе относятся показатели (около 700 химических веществ), которые представлены в табл. 6–8 ГН «Показатели безопасности питьевой воды».

Наименования химических веществ приведены в алфавитном порядке, где это возможно, в соответствии с правилами Международного союза теоретической и прикладной химии, ИЮПАК (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC). Указан номер CAS — регистрационный номер в соответствии с данными Химической реферативной службы (CAS — Chemical Abstracts Service) и приведена химическая формула вещества.

В четвертой колонке табл. 6–8 приведены величины ПДК или ОДУ в мг/дм^3, где:

– *ПДК* — максимальные концентрации, при которых вещества не оказывают прямого или опосредованного влияния на состояние здоровья человека (при воздействии на организм в течение всей жизни) и не ухудшают гигиенические условия водопотребления;

– *ОДУ* (отмечены звездочкой) — ориентировочные допустимые уровни веществ в водопроводной воде, разработанные на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности.

Если вместо норматива указано «*отсутствие*», это означает, что присутствие данного показателя в воде централизованных систем питьевого водоснабжения недопустимо.

При указании лимитирующего показателя вредности вещества используются следующие сокращения:

1) *с.-т.* — санитарно-токсикологический;

2) *орг.* — органолептический (с расшифровкой характера изменения органолептических свойств воды):

– *орг. зап.* — изменяет запах воды;
– *орг. привк.* — придает воде привкус;
– *орг. мутн.* — увеличивает мутность воды;
– *орг. окр.* — придает воде окраску;
– *орг. пен.* — вызывает образование пены;
– *орг. пл.* — образует пленку на поверхности воды;
– *орг. привк.* — придает воде привкус;
– *орг. оп.* — вызывает опалесценцию;
– *орг. флот.* — вызывает флотацию;

3) *к.* — канцероген.

Химические вещества в зависимости от токсичности, кумулятивности, способности вызывать отдаленные эффекты, лимитирующего показателя вредности разделены на четыре класса опасности (в основу классификации положены показатели, характеризующие различную степень опасности для человека химических соединений, загрязняющих воду):

1-й — *чрезвычайно опасные*;
2-й — *высокоопасные*;
3-й — *умеренно опасные*;
4-й — *малоопасные*.

Классы опасности веществ учитывают:

– при выборе соединений, подлежащих первоочередному контролю в питьевой воде;

– при установлении последовательности водоохранных мероприятий, требующих дополнительных капиталовложений;

– при обосновании рекомендаций о замене в технологических процессах высокоопасных веществ на менее опасные;

– при определении приоритетности разработки селективных методов аналитического контроля веществ в воде.

Питьевая вода считается безвредной по химическому составу, если фактическое содержание в ней веществ, относящихся к вышеперечисленным группам, не превышает установленных для них ПДК в ГН «Показатели безопасности питьевой воды».

Концентрации химических веществ, для которых не установлены ПДК в питьевой воде, не должны превышать ПДК или ОДУ этих химических веществ в воде водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования, установленные в ГН «Показатели безопасности и безвредности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования и воды в ванне бассейна», утвержденном постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37 (табл. 5 и 6).

При обнаружении в питьевой воде нескольких химических веществ *первого и второго классов опасности* (соответственно чрезвычайно опасные и высокоопасные вещества), нормируемых по *санитарно-токсикологическому признаку вредности*, сумма отношений фактических обнаруженных концентраций каждого из них в питьевой воде (C_1, C_2 … C_n) к соответствующей ПДК ($ПДК_1$, $ПДК_2$ … $ПДК_n$) не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1.$$

Например: в пробе питьевой воды при лабораторных исследованиях выявлены следующие химические вещества, относящиеся к 1-му и 2-му классам опасности с лимитирующим санитарно-токсикологическим признаком вредности в следующих концентрациях (мг/дм^3):

– линдан (1-й класс) — 0,0003 (ПДК — 0,002);

– алюминий (2-й класс) — 0,3 (ПДК — 0,5);

– свинец (2-й класс) — 0,004 (ПДК — 0,01);

– селен (2-й класс) — 0,002 (ПДК — 0,01).

Содержание указанных веществ оценивается по сумме отношений фактических концентраций к допустимым:

$$0{,}0003 / 0{,}002 + 0{,}3 / 0{,}5 + 0{,}004 / 0{,}01 + 0{,}002 / 0{,}01 =$$
$$= 0{,}15 + 0{,}6 + 0{,}4 + 0{,}2 = 1{,}35.$$

Следовательно, содержание линдана, алюминия, свинца и селена не соответствует требованиям ГН «Показатели безопасности питьевой воды», так как сумма отношений фактических концентраций указанных веществ к их ПДК превышает 1.

Благоприятные органолептические свойства воды определяются двумя группами показателей:

1. Органолептические показатели, нормируемые по интенсивности их восприятия.

2. Органолептические показатели, зависящие от наличия в воде химических веществ.

К первой основной группе относят *запах, привкус, цветность, мутность* и примеси (в питьевой воде не должно быть различимых невооруженным глазом водных организмов и поверхностной пленки).

Вторую группу показателей составляет содержание химических веществ с *органолептическим лимитирующим признаком* (марганец, медь, сульфаты, хлориды, цинк, остаточный свободный и связанный хлор, остаточный озон, полифосфаты, сероводород и др.). Содержание их в питьевой воде в зависимости от их концентраций может придавать ей специфические органолептические свойства.

ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НОРМАТИВОВ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И УСЛОВИЯ ЗАПРЕЩЕНИЯ (ОГРАНИЧЕНИЯ) ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ

Гигиенические требования к качеству питьевой воды должны выполняться при разработке государственных стандартов, строительных норм и правил в области питьевого водоснабжения населения, проектной и технической документации систем водоснабжения, а также при строительстве и эксплуатации систем водоснабжения. Однако в случаях, связанных с явлениями природного характера, которые не могут быть заблаговременно предусмотрены, или с аварийными ситуациями, устранение которых не может быть осуществлено немедленно, могут быть допущены временные отклонения от гигиенических нормативов качества питьевой воды только по показателям химического состава, влияющим на ее органолептические свойства.

Для отдельных химических веществ природного происхождения, нормируемых по органолептическому лимитирующему показателю вредности, для определенной системы водоснабжения решениями местных исполнительных и распорядительных органов по согласованию с территориальным учреждением, осуществляющим государственный санитарный надзор, допускается временно, но не позднее 1 января 2026 г., устанавливать нормативную величину на уровне, указанном в табл. 2 в скобках. Например, показатели Железо и Марганец (табл. 3).

Таблица 3

Нормативные величины показателей Железо и Марганец

Наименование показателя	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Железо (Fe, суммарно)	мг/дм^3	0,3 (1,0)	орг.	3
Марганец (Mn, суммарно)	мг/дм^3	0,1 (0,5)	орг.	3

При принятии решений о временном применении показателей безопасности воды для определенных систем водоснабжения учитываются:

– невозможность доступными методами снизить уровни показателей до регламентируемых нормативных значений при отсутствии иного источника питьевого водоснабжения с гарантированным качеством воды;

– санитарно-эпидемиологическая обстановка в населенном пункте;

– необходимость разработки плана мероприятий по совершенствованию системы водоподготовки либо поиску иных источников питьевого водоснабжения.

Решение о запрещении или ограничении использования населением питьевой воды из конкретной системы водоснабжения принимается также органом местного самоуправления по постановлению главного государственного санитарного врача соответствующей территории на основании оценки степени опасности и риска для здоровья населения, связанных как с дальнейшим потреблением воды, не соответствующей по качеству гигиеническим нормативам, так и с прекращением или ограничением ее использования в питьевых целях. Подача питьевой воды населению запрещается или ее использование ограничивается в случаях, если:

– в установленный срок действия временных отклонений от гигиенических нормативов не устранены причины, обусловливающие ухудшение качества питьевой воды;

– система водоснабжения не обеспечивает производство и подает населению питьевую воду, качество которой не отвечает требованиям санитарных правил, в связи с чем имеется реальная опасность для здоровья населения.

В указанных случаях орган местного самоуправления, владельцы хозяйственно-питьевых водопроводов и организации, их эксплуатирующие, территориальный центр гигиены и эпидемиологии в обязательном порядке информируют население о принятом решении о запрещении или ограничении использования питьевой воды, о ее качестве, об осуществляемых мероприятиях, а также о рекомендациях по действиям населения в данной ситуации.

ТРЕБОВАНИЯ К ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Выбор источника водоснабжения для систем хозяйственно-питьевого водоснабжения со строительством новых водоисточников, а также выбор источника водоснабжения для производства питьевой воды, расфасованной в емкости, должен проводиться с учетом физиологической полноценности воды источника водоснабжения.

При наличии нескольких источников водоснабжения равной санитарной надежности и равной возможности обеспечения требуемого количества воды выбор должен осуществляться с учетом физиологической полноценности воды источника. Предпочтение следует отдавать источникам, вода которых изначально по своим природным свойствам и (или) после очистки (доочистки) предусмотренными сооружениями водоподготовки в максимальной степени соответствует нормативам физиологической полноценности.

Оценка физиологической полноценности питьевой воды проводится на основании основного и дополнительного критериев физиологической полноценности питьевой воды.

Основным критерием физиологической полноценности питьевой воды является соответствие питьевой воды нормативам физиологической полноценности по следующим показателям:

– сухой остаток (общая минерализация);
– жесткость (общая жесткость);
– содержание кальция;
– содержание магния;
– содержание калия;
– содержание бикарбонатов.

Дополнительным критерием физиологической полноценности питьевой воды является соответствие питьевой воды нормативам физиологической полноценности по содержанию фторид-ионов.

Нормативы физиологической полноценности питьевой воды установлены:

– в табл. 5 ГН «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37;

– приложении к санитарным нормам и правилам «Требования к физиологической полноценности питьевой воды», утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 25 октября 2012 г. № 166.

В функционирующих централизованных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения собственник системы не реже одного раза в год должен обеспечить проведение лабораторных исследований воды по показателям физиологической полноценности перед поступлением питьевой воды в распределительную сеть.

НОРМАТИВЫ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПРИ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ

Гигиенические требования к качеству питьевой виды при нецентрализованной системе питьевого водоснабжения определены:

– в ГН «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденном постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37;

– санитарных правилах и нормах 2.1.4.1074-01. Качество питьевой воды оценивается по органолептическим, санитарно-химическим и микробиологическим показателям (табл. 4).

Таблица 4

Гигиенические нормативы питьевой воды в источниках нецентрализованного питьевого водоснабжения населения

Показатели	Единицы измерения	Гигиенический норматив
Органолептические показатели		
Запах	баллы	не более 3
Привкус	баллы	не более 3
Цветность	градусы	не более 30
Мутность	единицы мутности по формазину	не более 3,5
	или мг/дм^3 (по коалину)	не более 2,0
Санитарно-химические показатели		
Водородный показатель	единицы PH	6–9
Жесткость общая	мг-экв./дм^3	не более 10
Окисляемость перманганатная	мг/дм^3	не более 7
Нитраты (NO_3^-)	мг/дм^3	не более 45
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм^3	не более 1500
Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/дм^3	не более 500
Хлориды (CL^-)	мг/дм^3	не более 350
Химические вещества	мг/дм^3	не содержатся в воде в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ
Микробиологические показатели		
ОКБ	число бактерий в 100 см^3	отсутствие
ОМЧ (при 37 °С)	число образующих колонии микробов в 1 см^3	не более 100
ТКБ	число бактерий в 100 см^3	отсутствие

Перечень контролируемых химических веществ промышленного, сельскохозяйственного и бытового загрязнения определяется в зависимости от территориальных особенностей расположения источника нецентрализованной системы питьевого водоснабжения и пересматривается при изменении санитарно-эпидемиологической обстановки.

При отсутствии ОКБ производится определение глюкозоположительных колиформных бактерий с постановкой оксидазного теста. По эпидемическим показаниям вода исследуется на наличие патогенных микроорганизмов кишечной группы.

Если вместо норматива указано «отсутствие», это означает, что присутствие данного показателя в воде нецентрализованных систем питьевого водоснабжения недопустимо.

САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

I. Изучить требования к качеству питьевой воды, изложенные в ГН «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденном постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37.

II. Ответить на вопросы:

1. Укажите принципиальные различия между централизованными, нецентрализованными и автономными системами питьевого водоснабжения.

2. Укажите принципы гигиенического нормирования качества питьевой воды.

3. В чем состоит косвенное значение органолептических показателей качества питьевой воды?

4. Почему в качестве показателей эпидемической безопасности воды выбраны санитарно-показательные микроорганизмы?

5. Чем обусловлен диапазон нормативных значений для остаточного хлора?

6. На чем основаны главные гигиенические требования, предъявляемые к качеству воды источников нецентрализованного водоснабжения?

7. Какие риски связаны с использованием источников нецентрализованного водоснабжения?

III. Решить ситуационные задачи.

ОБРАЗЕЦ РЕШЕНИЯ СИТУАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ

Задача. Для централизованного питьевого водоснабжения поселка С используется поверхностный источник (река). Воду перед подачей в распределительную сеть подвергают очистке с использованием сернокислого алюминия и хлорированию.

В порядке контроля качества воды, подаваемой населению, отобрана проба воды после насосов второго подъема водопроводной станции городского поселка. Результаты лабораторного анализа приведены в табл. 5. Дайте гигиеническое заключение о качестве питьевой воды.

Таблица 5

Протокол лабораторного исследования питьевой воды

Показатель	Единицы измерения	Измеренные величины
Органолептические показатели		
Запах	баллы	0
Привкус	баллы	0
Цветность	градусы	20
Мутность	ЕМФ	3,0
Обобщенные показатели		
Водородный показатель	единицы pH	6,7
Сухой остаток (общая минерализация)	мг/дм^3	160
Жесткость общая	ммоль/дм^3	5,5
Окисляемость перманганатная	мг/дм^3	4,0
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм^3	0,01
ПАВ, анионоактивные	мг/дм^3	0,03
Фенольный индекс	мг/дм^3	0,04
Неорганические вещества		
Алюминий (Al^{3+})	мг/дм^3	0,03
Железо (Fe, суммарно)	мг/дм^3	0,3
Кадмий (Cd, суммарно)	мг/дм^3	0,0002
Марганец (Mn, суммарно)	мг/дм^3	0,08
Медь (Cu, суммарно)	мг/дм^3	0,5
Нитраты (по NO_3^-)	мг/дм^3	30
Нитрит-ион	мг/дм^3	3,3
Свинец (РЬ, суммарно)	мг/дм^3	0,0015
Стронций (Sr^{2+})	мг/дм^3	0,5
Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/дм^3	175
Фториды (F^-)	мг/дм^3	0,1
Хлориды (Cl^-)	мг/дм^3	400
Цианиды (CN^-)	мг/дм^3	0,00048
Цинк (Zn^{2+})	мг/дм^3	1,7
Органические вещества		
g-ГХЦГ (линдан)	мг/дм^3	0,00008
ДДТ (сумма изомеров)	мг/дм^3	0,00017
Остаточные количества дезинфектантов и побочные продукты дезинфекции		
Хлор остаточный свободный	мг/дм^3	0,2
Хлор остаточный связанный	мг/дм^3	0,6
Хлороформ, мг/дм^3	мг/дм^3	0,08
Химические вещества, поступающие в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека		
Бензол	мг/дм^3	0,0004
Стирол	мг/дм^3	0,007
Нафталин	мг/дм^3	0,005
Тетрахлорметан	мг/дм^3	0,0006
Молибден (Mo, суммарно)	мг/дм^3	0,01
Метанол	мг/дм^3	0,59

Окончание табл. 5

Показатель	Единицы измерения	Измеренные величины
Показатели физиологической полноценности		
Калий (K)	мг/дм^3	2,1
Кальций (Ca)	мг/дм^3	105
Магний (Mg)	мг/дм^3	4,5
Бикарбонаты (HCO_3^-)	мг/дм^3	350
Микробиологические показатели		
ТКБ	число бактерий в 100 см^3	2
ОКБ	число бактерий в 100 см^3	3
ОМЧ	число КОЕ в 1 см^3	60
Колифаги	число БОЕ в 100 см^3	2
Цисты лямблий	число цист в 50 дм^3	отсутствие
Ооцисты криптоспоридий	число цист в 50 дм^3	отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	число спор в 20 см^3	1

Решение:

1. Гигиеническая оценка проводится в соответствии с ГН «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденном постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г.

2. Составить таблицу (по образцу табл. 6).

Таблица 6

Гигиеническая оценка состава пробы питьевой воды

		Измеренные величины	Норматив, не более	Норматив физиологической полноценности	Показатель вредности хим. в-ва	Класс опасности хим. в-ва	Оценка	$\frac{C_n}{ПДК_n}$
Органолептические показатели								
Запах	баллы	0	2	–	–	–	соотв.	–
Привкус	баллы	0	2	–	–	–	соотв.	–
Цветность	градусы	20	20 (35)	–	–	–	соотв.	–
Мутность	ЕМФ	3,0	2,6 (3,5)	–	–	–	**не соотв.**	–
Обобщенные показатели								
Водородный показатель	единицы pH	6,7	в пределах 6–9	–	–	–	соотв.	–
Сухой остаток (общая минерализация)	мг/дм^3	160	1000	в пределах 100–1000	–	–	соотв.	–
Жесткость общая	ммоль/дм^3	5,5	7,0 (10)	в пределах1,5–7,0	–	–	соотв.	–
Окисляемость перманганатная	мг/дм^3	4,0	5,0	–	–	–	соотв.	–
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм^3	0,01	0,1	–	–	–	соотв.	–
ПАВ, анионоактивные	мг/дм^3	0,03	0,05	–	–	–	соотв.	–
Фенольный индекс	мг/дм^3	0,04	0,25	–	–	–	соотв.	–
Неорганические вещества								
Алюминий (Al^{3+})	мг/дм^3	0,03	0,5	–	с.-т.	2	соотв.	0,06
Железо (Fe, суммарно)	мг/дм^3	0,3	0,3	–	орг.	3	соотв.	1,0
Кадмий (Cd, суммарно)	мг/дм^3	0,0002	0,001	–	с.-т.	2	соотв.	0,2
Марганец (Mn, суммарно)	мг/дм^3	0,08	0,1	–	орг.	3	соотв.	0,8
Медь (Cu, суммарно)	мг/дм^3	0,5	1,0	–	орг.	3	соотв.	0,5
Нитраты (по NO_3^-)	мг/дм^3	30	45	–	с.-т.	3	соотв.	0,67

Продолжение табл. 6

Показатель	Единицы измерения	Измеренные величины	Норматив, не более	Норматив физиологической полноценности	Показатель вредности хим. в-ва	Класс опасности хим. в-ва	Оценка	$\frac{C_n}{ПДК_n}$
Нитрит-ион	мг/дм^3	3,3	3,0	–	орг.	2	**не соотв.**	**1,1**
Свинец (PЬ, суммарно)	мг/дм^3	0,0015	0,01	–	с.-т.	2	соотв.	0,15
Стронций (Sr^{2+})	мг/дм^3	0,5	7,0	–	с.-т.	2	соотв.	0,07
Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/дм^3	175	500	–	орг.	4	соотв.	0,35
Фтор (F^-)	мг/дм^3	0,1	1,5	–	с.-т.	2	соотв.	0,07
Хлориды (Cl^-)	мг/дм^3	400	350	–	орг.	4	**не соотв.**	**1,14**
Цианиды (CN^-)	мг/дм^3	0,00048	0,035	–	с.-т.	2	соотв.	0,014
Цинк (Zn^{2+})	мг/дм^3	1,7	5,0	–	орг.	3	соотв.	0,35
Органические вещества								
g-ГХЦГ (линдан)	мг/дм^3	0,00008	0,002	–	с.-т.	1	соотв.	0,04
ДДТ (сумма изомеров)	мг/дм^3	0,00017	0,001	–	с.-т.	2	соотв.	0,17
Остаточные количества дезинфектантов и побочные продукты дезинфекции								
Хлор остаточный свободный	мг/дм^3	0,2	в пределах 0,3–0,5	–	орг.	3	**не соотв.**	0,4
Хлор остаточный связанный	мг/дм^3	0,6	в пределах 0,8–1,2	–	орг.	3	**не соотв.**	0,5
Хлороформ, мг/дм^3	мг/дм^3	0,08	0,2	–	с.-т.	2	соотв.	0,4
Химические вещества, поступающие в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека								
Бензол	мг/дм^3	0,0004	0,01	–	с.-т.	2	соотв.	0,04
Стирол	мг/дм^3	0,007	0,1	–	орг.	3	соотв.	0,07
Нафталин	мг/дм^3	0,005	0,01	–	орг.	4	соотв.	0,5
Тетрахлорметан	мг/дм^3	0,0006	0,006	–	с.-т.	2	соотв.	0,1
Молибден (Mo, суммарно)	мг/дм^3	0,01	0,07	–	с.-т.	3	соотв.	0,44

Окончание табл. 6

Показатель	Единицы измерения	Измеренные величины	Норматив, не более	Норматив физиологической полноценности	Показатель вредности хим. в-ва	Класс опасности хим. в-ва	Оценка	$\frac{C_n}{ПДК_n}$
Метанол	мг/дм^3	0,059	3,0	–	с.-т.	2	соотв.	0,02
Показатели физиологической полноценности								
Калий (K)	мг/дм^3	2,1	–	в пределах 2–20	–	–	соотв.	–
Кальций (Ca)	мг/дм^3	105	–	в пределах 25–130	–	–	соотв.	–
Магний (Mg)	мг/дм^3	4,5	–	в пределах 5–65	–	–	**не соотв.**	–
Бикарбонаты (HCO_3^-)	мг/дм^3	350	–	в пределах 30–400	–	–	соотв.	–
Фторид-ион (F^-)	мг/дм^3	0,1	1,5	в пределах 0,5–1,5	с.-т.	2	**не соотв.**	–
Микробиологические показатели								
ТКБ	число бактерий в 100 см^3	2	отсутствие	–	–	–	**не соотв.**	–
ОКБ	число бактерий в 100 см^3	3	отсутствие	–	–	–	**не соотв.**	–
ОМЧ	число КОЕ в 1 см^3	60	отсутствие	–	–	–	**не соотв.**	–
Колифаги	число БОЕ в 100 см^3	*2*	отсутствие	– мг/дм^3	–	–	**не соотв.**	–
Цисты лямблий	число цист в 50 дм^3	отсутствие	отсутствие	–	–	–	соотв.	–
Ооцисты криптоспоридий	число цист в 50 дм^3	отсутствие	отсутствие	–	–	–	соотв.	–
Споры сульфитредуцирующих клостридий	число спор в 20 см^3	1	отсутствие	–	–	–	**не соотв.**	–

3. Провести гигиеническую оценку по органолептическим показателям (табл. 6).

4. Провести гигиеническую оценку по микробиологическим показателям (табл. 6).

5. Провести гигиеническую оценку по химическим показателям:

– сравнить измеренные величины с нормативом (табл. 6);

– рассчитать кратность превышения ПДК (табл. 6);

– для химических веществ 1–2 классов опасности с санитарно-токсикологическим лимитирующим показателем вредности (табл. 7) рассчитать коэффициент суммации по формуле

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1;$$

– рассчитать комплексный показатель токсичности по сумме нитратов и нитритов (табл. 8);

– рассчитать комплексный показатель токсичности по сумме пестицидов (табл. 9);

– рассчитать комплексный показатель токсичности по сумме тригалометанов;

– оценить одновременное присутствие остаточного свободного и связанного хлора (при одновременном их присутствии).

6. Провести оценку состава питьевой воды по показателям физиологической полноценности макро- и микроэлементного состава (табл. 6).

Таблица 7

Гигиеническая оценка состава питьевой воды для химических веществ 1–2 классов опасности

Показатель	**Единицы измерения**	**Измеренные величины**	**Норматив, не более**	**Показатель вредности хим. в-ва**	**Класс опасности хим. в-ва**	$\frac{C_n}{ПДК_n}$
Алюминий (Al^{3+})	мг/дм^3	0,03	0,5	с.-т.	2	0,06
Кадмий (Cd, суммарно)	мг/дм^3	0,0002	0,001	с.-т.	2	0,2
Свинец (РЬ, суммарно)	мг/дм^3	0,0015	0,01	с.-т.	2	0,15
Стронций (Sr^{2+})	мг/дм^3	0,5	7,0	с.-т.	2	0,07
Фтор (F^-)	мг/дм^3	0,1	1,5	с.-т.	2	0,07
Цианиды (CN^-)	мг/дм^3	0,00048	0,035	с.-т.	2	0,014
g-ГХЦГ (линдан)	мг/дм^3	0,00008	0,002	с.-т.	1	0,04
ДДТ (сумма изомеров)	мг/дм^3	0,00017	0,001	с.-т.	2	0,17
Хлороформ, мг/дм^3	мг/дм^3	0,08	0,2	с.-т.	2	0,4
Бензол	мг/дм^3	0,0004	0,01	с.-т.	2	0,04
Тетрахлорметан	мг/дм^3	0,0006	0,006	с.-т.	2	0,1
Метанол	мг/дм^3	0,059	3,0	с.-т.	2	0,02
Коэффициент суммации	–	–	–	–	–	**1,334**

Таблица 8

Гигиеническая оценка состава питьевой воды по сумме нитратов и нитритов

Показатель	**Единицы измерения**	**Измеренные величины**	**Норматив, не более**	**Показатель вредности хим. в-ва**	**Класс опасности хим. в-ва**	$\frac{\mathbf{C_n}}{\mathbf{ПДК_n}}$
Нитраты (по NO_3^-)	мг/дм^3	30	45	с.-т.	3	0,67
Нитрит-ион	мг/дм^3	3,3	3,0	орг.	2	**1,1**
Комплексный показатель токсичности	–	–	–	–	–	**1,77**

Таблица 9

Гигиеническая оценка состава питьевой воды по сумме пестицидов

Показатель	**Единицы измерения**	**Измеренные величины**	**Норматив, не более**	**Показатель вредности хим. в-ва**	**Класс опасности хим. в-ва**	$\frac{\mathbf{C_n}}{\mathbf{ПДК_n}}$
g-ГХЦГ (линдан)	мг/дм^3	0,00008	0,002	с.-т.	1	0,04
ДДТ (сумма изомеров)	мг/дм^3	0,00017	0,001	с.-т.	2	0,17
Комплексный показатель токсичности	–	–	–	–	–	**0,21**

Заключение:

При лабораторном исследовании пробы питьевой воды из распределительной сети поселка выявлены следующие нарушения ГН «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37:

по органолептическим показателям:

– мутность воды (3,0 ЕМФ) превышает гигиенический норматив (2,6 ЕМФ) на 0,4 ЕМФ;

по микробиологическим показателям:

– наличие в воде ТКБ (2 бактерии в 100 см^3);

– наличие в воде ОКБ (3 бактерии в 100 см^3);

– наличие колифагов (1 БОЕ в 100 см^3);

– ОМЧ (60 КОЕ в 1 см^3) превышает гигиенический норматив (50 КОЕ в 1 см^3);

– наличие спор сульфитредуцирующих клостридий (1 спора в 20 см^3);

по химическому составу:

– содержание свободного остаточного хлора (0,2 мг/дм^3) ниже нормативного значения (0,3–0,5 мг/дм^3);

– содержание связанного остаточного хлора (0,6 мг/дм^3) ниже нормативного значения (0,8–1,2 мг/дм^3);

– содержание хлоридов превышает гигиенический норматив в 1,14 раза;

– содержание нитрит-иона превышает гигиенический норматив в 1,1 раза;

– коэффициент суммации (по показателям Алюминий, Кадмий, Молибден, Свинец, Стронций, Фтор, Цианиды, Линдан, ДДТ, Хлороформ, Бензол, Тетрахлорметан, Метанол) превышает 1 (составляет 1,334);

– комплексный показатель токсичности по сумме нитратов и нитритов превышает 1 (составляет 1,77);

по физиологической полноценности:

– содержание магния (4,5 мг/дм^3) ниже гигиенического норматива (в пределах 5,0–65,0 мг/дм^3);

– содержание фторид-иона (0,1 мг/дм^3) ниже гигиенического норматива (в пределах 0,5–1,5 мг/дм^3).

Ситуационные задачи

Задача 1. Для централизованного питьевого водоснабжения поселка используется подземный источник (артезианская скважина). Воду подают в распределительную сеть после обеззараживания хлором.

В порядке контроля качества воды, подаваемой населению, отобрана проба воды после насосов второго подъема. Результаты лабораторного анализа приведены в табл. 10. Дайте гигиеническое заключение о качестве питьевой воды.

Таблица 10

Протокол лабораторного исследования питьевой воды

Показатель	Единицы измерения	Значение
Органолептические показатели		
Запах	баллы	2
Привкус	баллы	1
Цветность	градусы	10
Мутность	ЕМФ	0,7
Обобщенные показатели		
Водородный показатель	единицы pH	6,9
Сухой остаток (общая минерализация)	мг/дм^3	640
Жесткость общая	ммоль/дм^3	3,8
Окисляемость перманганатная	мг/дм^3	2,9
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм^3	0,02
ПАВ, анионоактивные	мг/дм^3	0,04
Фенольный индекс	мг/дм^3	0,04
Неорганические вещества		
Железо (Fe, суммарно)	мг/дм^3	0,25
Марганец (Mn, суммарно)	мг/дм^3	0,1
Мышьяк (As)	мг/дм^3	0,005
Ртуть (Hg)	мг/дм^3	0,00011
Нитраты (по NO_3^-)	мг/дм^3	26
Свинец (РЬ, суммарно)	мг/дм^3	0,002

Окончание табл. 10

Показатель	Единицы измерения	Значение
Сурьма (Sb)	мг/дм^3	0,0003
Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/дм^3	230
Фтор (F^-)	мг/дм^3	0,5
Хлориды (Cl^-)	мг/дм^3	110
Органические вещества		
g-ГХЦГ (линдан)	мг/дм^3	0,00005
ДДТ (сумма изомеров)	мг/дм^3	0,0007
2,4-Д	мг/дм^3	0,0002
Остаточные количества дезинфектантов и побочные продукты дезинфекции		
Хлор остаточный свободный	мг/дм^3	0,5
Хлор остаточный связанный	мг/дм^3	0,8
Хлороформ, мг/дм^3	мг/дм^3	0,12
Химические вещества, поступающие в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека		
Аминобензол	мг/дм^3	0,004
Бензолсульфамид	мг/дм^3	0,7
Гексахлорпиколин	мг/дм^3	0,006
Метилакрилат	мг/дм^3	0,009
Показатели физиологической полноценности		
Калий (K)	мг/дм^3	10,5
Кальций (Ca)	мг/дм^3	90
Магний (Mg)	мг/дм^3	47
Бикарбонаты (HCO_3^-)	мг/дм^3	280
Микробиологические показатели		
ТКБ	число бактерий в 100 см^3	отсутствие
ОКБ	число бактерий в 100 см^3	отсутствие
ОМЧ	число КОЕ в 1 см^3	15
Колифаги	число БОЕ в 100 см^3	отсутствие

Задача 2. Для централизованного питьевого водоснабжения поселка используется поверхностный источник (водохранилище). Воду перед подачей в распределительную сеть подвергают очистке с использованием сернокислого алюминия и хлорированию.

В порядке контроля качества воды, подаваемой населению, отобрана проба воды после насосов второго подъема водопроводной станции городского поселка. Результаты лабораторного анализа приведены в табл. 11. Дайте гигиеническое заключение о качестве питьевой воды.

Таблица 11

Протокол лабораторного исследования питьевой воды

Показатель	Единицы измерения	Значение
Органолептические показатели		
Запах	баллы	2
Привкус	баллы	2

Окончание табл. 11

Показатель	Единицы измерения	Значение
Цветность	градусы	20
Мутность	ЕМФ	1,3
Обобщенные показатели		
Водородный показатель	единицы pH	7,0
Сухой остаток (общая минерализация)	мг/дм^3	180
Жесткость общая	ммоль/дм^3	3,0
Окисляемость перманганатная	мг/дм^3	2,5
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм^3	0,12
ПАВ, анионоактивные	мг/дм^3	0,05
Фенольный индекс	мг/дм^3	0,14
Неорганические вещества		
Алюминий (Al^{3+})	мг/дм^3	0,44
Бор (B)	мг/дм^3	0,3
Медь (Cu, суммарно)	мг/дм^3	0,25
Нитраты (по NO_3^-)	мг/дм^3	34
Нитрит-ион	мг/дм^3	2,0
Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/дм^3	310
Фтор (F^-)	мг/дм^3	1,1
Хлориды (Cl^-)	мг/дм^3	330
Органические вещества		
g-ГХЦГ (линдан)	мг/дм^3	0,0001
ДДТ (сумма изомеров)	мг/дм^3	0,0001
2,4-Д	мг/дм^3	0,002
Остаточные количества дезинфектантов и побочные продукты дезинфекции		
Хлор остаточный свободный	мг/дм^3	0,4
Хлор остаточный связанный	мг/дм^3	1,0
Хлороформ, мг/дм^3	мг/дм^3	0,05
Химические вещества, поступающие в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека		
Литий	мг/дм^3	0,004
Сероводород	мг/дм^3	0,003
Хром (VI)	мг/дм^3	0,006
Ацетонитрил	мг/дм^3	0,56
Дибромхлорметан	мг/дм^3	0,009
Показатели физиологической полноценности		
Калий (K)	мг/дм^3	11
Кальций (Ca)	мг/дм^3	102
Магний (Mg)	мг/дм^3	3,7
Бикарбонаты (HCO_3^-)	мг/дм^3	230
Микробиологические показатели		
ТКБ	число бактерий в 100 см^3	отсутствие
ОКБ	число бактерий в 100 см^3	отсутствие
ОМЧ	число КОЕ в 1 см^3	28
Колифаги	число БОЕ в 100 см^3	отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	число спор в 20 см^3	отсутствие
Цисты лямблий	число цист в 50 дм^3	отсутствие

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гигиенический* норматив «Показатели безопасности питьевой воды» [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 января 2021 г. № 37. Режим доступа : https://www.pravo.by. Дата доступа : 16.02.2023.

2. *Гигиенический* норматив «Показатели безопасности и безвредности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования и воды в ванне бассейна» [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 января 2021 г. № 37. Режим доступа : https://www.pravo.by. Дата доступа : 16.02.2023.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы 4
Основные понятия 5
Гигиеническое значение некоторых показателей качества питьевой воды 7
Нормативы качества питьевой воды при централизованном водоснабжении 9
Отклонения от нормативов качества питьевой воды и условия запрещения (ограничения) водопотребления при централизованном водоснабжении 16
Требования к физиологической полноценности питьевой воды 18
Нормативы качества питьевой воды при нецентрализованном водоснабжении 19
Самоконтроль усвоения темы 20
Образец решения ситуационной задачи 20
Ситуационные задачи 28
Список использованной литературы 31

Учебное издание

Семёнов Игорь Павлович
Скоробогатая Инна Владимировна

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск И. П. Семёнов
Редактор А. М. Мурашко
Компьютерная вёрстка С. Г. Михейчик

Подписано в печать 05.07.23. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,4. Тираж 50 экз. Заказ 354.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-21-1335-9