

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель Министра  
здравоохранения – Главный  
государственный санитарный  
врач Республики Беларусь



Н.П.Жукова  
« 19 » декабря 2018 г.  
Регистрационный № 015-1118

**МЕТОД ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СПОСОБОВ  
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ**

Инструкция по применению

**УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК:**

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр  
гигиены»

**АВТОРЫ:** к.м.н., доцент Дроздова Е.В., Гирина В.В., Дудчик Н.В.,  
Емельянова О.А., Анисович М.В., Бурая В.В., Фираго А.В., Докутович  
А.И., Саракач О.В., Книжникова Н.Н.

Минск, 2018

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель министра —  
Главный государственный  
санитарный врач  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ Н. П. Жукова  
19.12.2018  
Регистрационный № 015-1118

**МЕТОД ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ  
СПОСОБОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ**

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: РУП «Научно-практический центр гигиены»

АВТОРЫ: канд. мед. наук, доц. Е. В. Дроздова, В. В. Гирина, Н. В. Дудчик,  
О. А. Емельянова, М. В. Анисович, В. В. Бурая, А. В. Фираго, А. И. Докутович,  
О. В. Саракач, Н. Н. Книжникова

Минск 2018

## ГЛАВА 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1. В настоящей инструкции по применению (далее — инструкция) изложен метод гигиенической оценки безопасности способов обеззараживания воды, применяемых при водоподготовке в централизованных системах питьевого водоснабжения и бассейнах, в т. ч. определены методические подходы и критерии к выбору способов обеззараживания с учетом отдаленных эффектов воздействия побочных продуктов водоподготовки на стадии предупредительного санитарного надзора, а также приведена общая информация о преимуществах и недостатках основных применяемых методов обеззараживания питьевой воды.

Метод может быть использован в комплексе медицинских услуг, направленных на медицинскую профилактику заболеваний населения, ассоциированных с образованием побочных токсичных продуктов обеззараживания при применении реагентных методов.

2. Настоящая инструкция предназначена для организаций здравоохранения (учреждений), осуществляющих государственный санитарный надзор, водохозяйственных и иных организаций, выполняющих гигиеническую оценку безопасности питьевой воды.

3. В рамках осуществления государственного санитарного надзора (ГСН) она может использоваться при:

обосновании выбора способа обеззараживания питьевой воды и воды бассейнов, определяющего наименьшие риски здоровью населения;

сравнительном анализе эффективности и безопасности различных режимов и способов обеззараживания в условиях конкретной системы водоснабжения;

разработке профилактических мероприятий, направленных на повышение безопасности питьевой воды, увеличении их эффективности.

4. Инструкция по применению «Инструкция по применению альтернативных методов очистки и обеззараживания питьевой воды», регистрационный № 166-1206, утвержденная Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь от 05.01.2006, теряет силу.

## ГЛАВА 2 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

1. Загрязнение поверхностных водоисточников происходит сточными водами промышленных предприятий и бытовыми сточными водами, в результате смыва с водозаборных территорий, жизнедеятельности водного биоценоза водоема и различных видов жизнедеятельности человека.

Спектр основных химических и биологических загрязнителей зависит от химического состава и биологического загрязнения сточных вод, времени года (температурные условия водоема), самоочищающей способности водоема.

Очистка и обеззараживание воды, используемой в питьевом водоснабжении и для бассейнов, являются обязательным условием обеспечения безопасности воды для населения.

2. Количество этапов и выбор методов очистки и обеззараживания воды поверхностных водоисточников определяются в соответствии с характеристиками исходной воды, социально-экономическими и другими условиями.

3. Гигиенической основой определения выбора оптимального и наиболее эффективного метода очистки и обеззараживания питьевой воды является сопоставительный анализ преимуществ и недостатков их применения (способов обеззараживания — метод и режим обработки) в реальных условиях.

Справочная информация о преимуществах и недостатках основных методов обеззараживания питьевой воды, а также краткая характеристика эффективности применения методов дополнительной очистки питьевой воды при обеззараживании хлорсодержащими препаратами, сопровождающейся образованием хлорсодержащих токсичных соединений, представлена в приложении 1 к настоящей инструкции.

4. Гигиеническими критериями оценки выбора методов очистки и обеззараживания питьевой воды являются:

4.1. Эффективность метода обеззараживания в отношении возбудителей инфекционных заболеваний — возможность достижения отсутствия в воде патогенных для человека микроорганизмов (бактерий, вирусов, простейших, гельминтов).

Спектр микробного загрязнения исходной воды, включая вегетативные формы, споровые формы бактерий, вирусы, простейшие, микроскопические водоросли и грибки является основным критерием выбора метода очистки и обеззараживания воды.

4.2. Обеспечение достижения в результате очистки и обеззараживания питьевой воды показателей безопасности воды, установленных законодательством в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения (к питьевой воде, воде бассейнов).

4.3. Наличие эффекта последствия в разводящей сети (водоразводящие сети могут быть источником вторичного загрязнения питьевой воды, в связи с чем при наличии продолжительных водоразводящих сетей необходимо доведение обеззараживающего агента до конечного потребителя).

4.4. Опасность для человека остаточных количеств биологически опасных веществ, применяющихся для обеззараживания, и образующихся в процессе обеззараживания.

4.5. Возможность ведения мониторинга воды по показателям безопасности при применении выбранных методов обеззараживания и очистки, включая контроль образующихся побочных продуктов водоподготовки.

4.6. Устойчивость эффекта — малая зависимость эффекта от условий среды;

4.7. Возможность дополнительного изменения физико-химических свойств воды (окисление легко окисляемых соединений, дезодорирование воды).

4.8. Экономическая и социально-экономическая целесообразность — затраты на водоподготовку и доставку воды потребителю должны быть соизмеримы с возможностями оплаты и социальными выгодами (снижение заболеваемости, доверие потребителя производителям питьевой воды и

надзорным органам), получаемыми в результате обеспечения качественной и безопасной питьевой водой.

4.9. Предприятие водоподготовки не должно быть источником загрязнения окружающей среды (расположение предприятий водоподготовки по отношению к населенному пункту) и не должно создавать угрозу последствий техногенных катастроф для населения.

5. Уровень химического и микробиологического загрязнения исходной воды, используемой в питьевом водоснабжении должен соответствовать требованиям к источникам централизованного питьевого водоснабжения и к воде объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Наличие химического загрязнения воды снижает эффективность очистки и обеззараживания исходной воды; для определения метода обеззараживания и очистки при выраженном химическом (органическом и неорганическом) загрязнении необходимы дополнительные аналитические и экспериментальные (модельных) исследования.

6. В общем виде метод гигиенической оценки безопасности способов обеззараживания воды, применяемых при водоподготовке в централизованных системах питьевого водоснабжения и в бассейнах, является интегральным и включает следующие этапы:

6.1. Оценка гигиенической эффективности в отношении основных видов водной микробиоты в зависимости от конкретных характеристик воды и применяемых режимов обеззараживания (изучение микробного состава по индикаторным микробиологическим показателям, идентификация микробиологического профиля воды).

6.2. Оценка влияния способа водоподготовки на органолептические свойства воды.

6.3. Аналитическое исследование химического состава воды после обеззараживания, в т. ч. определение остаточных количеств дезинфектантов, продуктов трансформации (регламентируемых побочных продуктов дезинфекции).

6.4. Оценка безопасности воды после обеззараживания путем сопоставления фактических значений концентраций остаточных количеств дезинфектантов, побочных продуктов дезинфекции (по индикаторным показателям для конкретного метода водоподготовки) гигиеническим нормативам, установленным законодательством в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения (к питьевой воде, воде бассейнов).

6.5. Определение риска здоровью от химического состава воды для различных групп населения: риска немедленного действия, хронического неканцерогенного и канцерогенного в соответствии с утвержденными методами. Расчетный канцерогенный риск от химического загрязнения питьевой воды должен оцениваться как «приемлемый».

6.6. Оценка интегральной токсичности воды после обеззараживания методами биотестирования в батарее тестов в соответствии с утвержденными методами.

В качестве тест-объектов могут использоваться гидробионты, например, ракообразные дафнии (*Daphnia magna* Straus), инфузории (*Tetrahymena pyriformis*), клеточные культуры, *Salmonella typhimurium*.

Для повышения чувствительности и надежности биотестирования на дафниях и инфузориях производят предварительное концентрирование проб воды, контактировавшей с конструкционным материалом (водных вытяжек), с помощью следующих приемов: выпаривание в вакууме, вымораживание, экстракция органическими растворителями, адсорбция/десорбция на активированном угле или полимерных синтетических сорбентах, что создает возможность для достижения желаемой степени концентрирования водной вытяжки (до 100–200 раз и более). Аналогично опытной пробе параллельно проводится концентрирование пробы контрольной (исходной для приготовления водных вытяжек) воды.

Следует учитывать, что все методы концентрирования приводят к снижению концентрации ЛОС в водном экстракте, разрушению нестабильных веществ и тем самым — недооценке их опасности.

Токсичность мигрирующих в воду веществ оценивают по показателю ЛК<sub>50</sub> — величина концентрации или разведения изучаемой воды (с ее доверительными границами), вызывающая гибель 50 % особей дафний при 48-часовой экспозиции (ЛК<sub>50-48</sub>).

Отсутствие гибели дафний при биотестировании концентрированных проб водной вытяжки и контрольной воды или равные величины полученных ЛК<sub>50</sub> свидетельствуют о том, что в испытуемой водной вытяжке не содержалось соединений в концентрациях, опасных для человека.

6.7. Оценка отдаленных эффектов воздействия воды после обеззараживания:

оценка суммарной мутагенной активности/генотоксичности воды после обеззараживания в соответствии с главой 3 настоящей инструкции;

оценка канцерогенности воды после обеззараживания в соответствии с главой 4 настоящей инструкции.

7. Объем и этапы необходимых экспериментальных исследований при оценке безопасности способа обеззараживания зависят от масштабности применения технологии (количества водоснабжаемого населения) и лабораторных возможностей.

7.1. Применение экспериментальной схемы в полном объеме позволяет дать всестороннюю интегральную оценку обеззараженной воды при различных режимах и способах обработки с учетом одновременного потенциального присутствия побочных продуктов водоподготовки, определяющих риск развития воднообусловленных заболеваний, в т. ч. отдаленные эффекты (канцерогенность, генотоксичность, мутагенность).

7.2. Применение экспериментальной схемы в базовом (минимальном, основном) объеме (этапы 6.1.–6.5.) позволяет дать скрининговую оценку безопасности способов водоподготовки.

8. Вне зависимости от объема исследований эксперимент должен быть спланирован таким образом, чтобы учитывались сезонные характеристики природной воды (особенности химического и биологического состава).

### ГЛАВА 3 ОЦЕНКА СУММАРНОЙ МУТАГЕННОЙ АКТИВНОСТИ/ГЕНОТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ ПОСЛЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ

1. Оценка суммарной мутагенной активности/генотоксичности воды после обеззараживания может проводиться в соответствии с утвержденными методами, например, инструкцией по применению «Методы определения генотоксического действия химических токсикантов в краткосрочных тестах», регистрационный № 012-1115, утверждена 18.12.2015.

2. Для оценки генотоксического действия химических токсикантов могут быть использованы краткосрочные тесты с использованием прокариотических организмов в качестве тест-систем.

3. Используемые тест-культуры должны дополнять друг друга по чувствительности к различным группам химических веществ, типу определяемой мутации и др.

4. Ограничениями для использования краткосрочных тестов на базе прокариотических тест-систем являются:

исследование химических веществ, обладающих сильной бактерицидной и (или) бактериостатической активностью;

изучение генотоксичности веществ, специфически воздействующих на клетки млекопитающих (например, аналогов нуклеозидов), может дать ложноотрицательные результаты;

ограничение при выполнении исследования может являться высокая начальная микробная контаминация испытуемого объекта.

5. Принцип метода оценки мутагенного потенциала в тесте Эймса на чашках Петри основан на использовании штаммов *Salmonella typhimurium*, ауксотрофных по гистидину. При наличии у испытуемого вещества мутагенной активности происходит реверсия тест-штаммов к прототрофности, и следовательно, их рост на безгистидиновой питательной среде.

6. Оценка мутагенного потенциала в тесте Эймса на микропланшетах без преинкубации проводится с теми же ограничениями, тест-культурами, позитивными и негативными контролями, что и тест Эймса на чашках Петри, и позволяет выявить генотоксичные вещества, проявляющие мутагенные свойства только при активации в жидкой среде. В качестве тест-культур используются штаммы *Salmonella*.

7. Оценка мутагенного потенциала в тесте Эймса на микропланшетах с преинкубацией проводится с теми же ограничениями, тест-культурами, позитивными и негативными контролями, что и тест Эймса на чашках Петри, и позволяет выявить генотоксичные вещества, проявляющие мутагенные свойства только при активации в жидкой среде. Рекомендуется использовать штаммы *Salmonella* в качестве тест-культур.

Метод может выполняться с помощью коммерческих наборов, предназначенных для оценки генотоксичности химических веществ.

8. Метод оценки мутагенного потенциала химических токсикантов в SOS-хромотесте позволяет выявить генотоксичные вещества, проявляющие мутагенные свойства только при активации в жидкой среде, а также дает возможность исследовать образцы, токсичные в отношении штаммов *Salmonella*. Основой SOS-хромотеста является штамм *Escherichia coli* K12 PQ37, сконструированный путем объединения гена *lacZ*, отвечающего за синтез фермента β-галактозидазы, с геном *sfiA*, контролируемым генеральным репрессором SOS-системы. При воздействии вещества, обладающего ДНК-повреждающими свойствами, происходит индукция SOS-ответа и синтез β-галактозидазы, который может быть оценен по цветной реакции.

9. Метод оценки мутагенного потенциала химических токсикантов в UMU-хромотесте на микропланшетах. Основой UMU-хромотеста является штамм *Salmonella typhimurium* TA1535/pSK1002, несущий плазмиду pSK1002 с геном *umuC-lacZ*. При воздействии на тест-штамм вещества, обладающего ДНК-повреждающими свойствами, активируется UMU-система и происходит синтез β-галактозидазы, который может быть оценен по цветной реакции.

10. Положительный результат в тесте Эймса является основанием для запрещения способа обеззараживания в данных конкретных условиях.

Отрицательный результат оценки суммарной мутагенной активности не позволяет с уверенностью утверждать, что в воде отсутствуют мута- и канцерогены.

#### ГЛАВА 4 КОМБИНИРОВАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХРОНИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ И КАНЦЕРОГЕННОСТИ

1. Комбинированные исследования хронической токсичности и канцерогенности.

Принцип исследования — обеспечение получения данных о токсическом воздействии, включая потенциальную канцерогенность, определение органов-мишеней и возможности кумуляции.

Цели исследований хронической токсичности/канцерогенности: установление канцерогенных свойств химических веществ; определение хронической токсичности; определение органов-мишеней хронической токсичности и канцерогенности; экстраполяция канцерогенного влияния на человека при низких уровнях воздействия; прогнозирование воздействия хронической токсичности на уровне человеческого организма.

2. Оценка и анализ хронической токсичности и канцерогенности проводятся на грызунах. Выбор вида должен быть обоснован. Предпочтительным видом грызунов являются крысы, хотя могут использоваться и другие виды, например, мыши.

3. Схема исследования состоит из двух параллельных фаз:  
фаза исследования хронической токсичности продолжительность 12 мес.  
В зависимости от конкретных целей может быть сокращена до 6, 9 мес. или



увеличена до 18, 24 мес. Отклонения от продолжительности воздействия должны быть обоснованы.

фаза исследования канцерогенности продолжительностью 24 мес. (должна быть большей частью нормального жизненного цикла подопытных животных). Более короткие или более длительные исследования должны быть обоснованы. Продолжительность изучения должна быть достаточна для любых проявлений кумулятивной токсичности, не смешиваясь при этом с признаками возрастных изменений. План исследования может также включать одно или несколько промежуточных умерщвлений, например, к 3 и 6 мес. Для этого можно добавить дополнительные группы животных.

4. Во время хронической и канцерогенной фаз исследуемый образец поступает ежедневно группам подопытных животных (обеспечивается свободный доступ к воде).

5. Для эксперимента должны отбираться здоровые животные обоего пола в возрасте до 8 недель. В начале исследования разница в массе подопытных животных должна быть минимальна и не превышать  $\pm 20\%$  от средней массы всех животных, отдельно каждого пола.

Каждая опытная группа и параллельная ей контрольная группа, предназначенные для канцерогенной фазы исследования, должны содержать не менее 50 животных каждого пола, для фазы хронической токсичности — не менее 10 животных каждого пола.

Для характеристики ежедневной дозы поступающего образца может использоваться соотношение объема к массе тела животного, подсчитываемое еженедельно (мл/масса тела животного в г/день).

#### 6. Наблюдение и объем измеряемых показателей

##### 6.1. Интегральные показатели.

Ежедневно осуществляется контроль заболеваемости и смертности всех животных, а также токсикологически значимых признаков. Отмеченные признаки должны включать: изменения кожи, шерсти, глаз, слизистых оболочек, возникновение секрета и экскреции и автономной активности (например, слезоотделение, пилоэрекция, размер зрачка, аномальный способ дыхания) и т. д. Изменения в походке, положении тела, реакции на прикосновение, как и наличие клонических или тонических движений, стереотипы поведения (например, чрезмерное умывание, однообразные движения по кругу) или аномальное поведение (например, членовредительство, хождение задом наперед) также должны регистрироваться.

В фазе исследования канцерогенности контролируются заболеваемость или смерть всех животных, развитие опухолей. Время появления опухоли, расположение, размеры, внешний вид и развитие каждой видимой или осязаемой опухоли должны быть зарегистрированы.

Измерения потребления воды следует производить еженедельно, а пищи — еженедельно первые 13 недель и ежемесячно в дальнейшем.

Все животные должны взвешиваться в начале эксперимента, еженедельно первые 13 недель и ежемесячно в дальнейшем.

##### 6.2. Анализ гематологических и биохимических показателей.

По окончании эксперимента (или в промежуточных этапах эксперимента) выполняются гематологические исследования у всех исследуемых животных фазы хронической токсичности (10 самцов и 10 самок каждой группы). Пробы крови следует брать из указанных мест (сердечная пункция, ретроглазная пазуха, хвостовая вена). Рекомендуемые для анализа параметры: общая и дифференциальная лейкоцитарная формула, содержание эритроцитов, содержание тромбоцитов, концентрация гемоглобина, гематокрит, среднее гематокритное число (МСV), среднее содержание гемоглобина в эритроцитах (МСН), концентрация гемоглобина в эритроцитах (МСНС), протромбиновое время и время образования и активности тромбопластина.

Биохимические измерения следует производить на пробах крови, полученных как минимум от 10 самцов и 10 самок каждой группы за одинаковые временные интервалы, как предписано для гематологических исследований, всегда используя одних и тех же животных. Рекомендованный для измерения список биохимических параметров: глюкоза, моча (азот мочевины), креатинин, общий белок, альбумин, кальций, натрий, калий, общий холестерин, как минимум, два исследования на гепатоцеллюлярный анализ (аланин-аминотрансфераза, аспартат-аминотрансфераза, глутаминатдегидрогеназа, желчные кислоты) и как минимум, два исследования на гепатобилиарный анализ (щелочная фосфатаза,  $\gamma$ -глутаминтрансфераза, 5'-нуклеотидаза, общий билирубин, желчные кислоты).

Для ряда измерений в сыворотке и плазме, особенно глюкозы, ночное голодание является предпочтительным.

### 6.3. Исследование мочи.

Анализ мочи должен производиться у всех исследуемых животных фазы хронической токсичности (10 самцов и 10 самок каждой группы) на образцах, собранных за одинаковые промежутки времени. Рекомендуемый список исследуемых параметров: внешний вид, объем, осмотическая концентрация раствора или относительная плотность, рН, общий белок и глюкоза.

### 6.4. Аутопсия и морфологические исследования.

Все животные подвергаются полной, детальной макроскопической аутопсии (исследование наружной поверхности тела, всех отверстий, черепных, грудных и брюшных полостей и их содержимого). Взвешивание органов обычно не является частью исследования канцерогенеза, так как возрастные изменения искажают ценность измерения веса органов.

Надпочечники, мозг, придатки яичка, сердце, почки, печень, яичники, селезенка, яички, щитовидная железа (оценив постфиксацию, с парашитовидной железой) и матка всех животных должны быть взвешены, зафиксированы для дальнейшего микроскопического исследования.

Рекомендуется следующий список тканей для морфо- и гистопатологического изучения в фазе исследования канцерогенности: сердце, почки, надпочечники, печень, желчный пузырь, селезенка, тимус, поджелудочная железа, аорта, желудок (кардиальный отдел желудка, железистый желудок), яичко/яичники, мозг (включая полушария головного мозга, мозжечок и мозговой слой/варолиев мост), матка, вилочковая железа, предстательная железа, семенной

пузырек, придаток семенника, щитовидная железа, паращитовидная железа, легкие, мочевой пузырь, пищевод, подвздошная кишка, тонкая кишка, толстая кишка, слепая кишка, двенадцатиперстная кишка, слизистая, скелетные мышцы, костный мозг, молочные железы самок, кожа.

В случае с парными органами следует сохранять оба органа. Минимальными гистопатологическими исследованиями должны быть: все ткани животных, умерших в течение испытания, все ткани с макроскопическими аномалиями.

#### 6.5. Изучение цитотоксичности и ДНК-повреждающего действия.

Для получения дополнительной информации о негативных эффектах исследуемого образца могут анализироваться цитотоксические свойства и ДНК-повреждающее действие образца в различных тканях и органах.

Для микроскопического исследования готовятся мазки костного мозга, крови или других тканей (окраска азури-эозином по Романовскому-Гимзе). В полученных цитогенетических препаратах анализируется количество полиморфно-ядерных клеток, клеток с микроядрами, клеток с признаками гибели (некроз, апоптоз).

Анализу подвергается 2000 и более клеток от каждого животного. Критерием позитивного результата является статистически значимое увеличение числа клеток с микроядрами в опытной группе по сравнению с контрольной. Полученный положительный результат свидетельствует, что вещество индуцирует хромосомные повреждения и/или нарушения митотического аппарата клеток у экспериментальных животных. Анализ показателей возможен с помощью проточной цитофлуориметрии.

Для оценки генотоксического действия образца может использоваться полиорганый метод «ДНК-комет». Рекомендуемый список органов и тканей для исследования: печень, костный мозг, кровь, толстая кишка, головной мозг, мочевой пузырь. В качестве показателя поврежденности ДНК при анализе препаратов используют такие показатели, как длина хвоста, % содержания ДНК в хвосте или их произведение (tail moment).

#### 7. Представление результатов и отчет.

Данные и отчет: по каждому животному должны быть представлены данные по всем оцениваемым параметрам. Для каждой исследуемой группы указывается: количество животных в начале исследования; количество животных, найденных мертвыми во время исследования и число демонстрируемых признаков токсичности; описания наблюдаемых признаков токсичности, количество животных с поражениями, типы поражений и процент животных относительно каждого типа поражения.

Отчет об исследовании должен содержать следующую информацию:

исследуемый образец (идентификационные данные, источник);

подопытные животные (вид/род, обоснование сделанного выбора, число, возраст, пол, вес, условия содержания, питание и т. д.);

данные об условиях исследования (статистические методики, фактическая доза — мл/г м.т. в день);

результаты (данные о выживших; масса/изменения массы; потребление еды, гематология (если возможно); клиническая биохимия (если возможно);

признаки токсичности; характер, точность и продолжительность клинических наблюдений, данные аутопсии, морфология, цитогенетика, гистопатология);

выводы.

Численные результаты должны быть оценены надлежащим и приемлемым статистическим методом. Выбор должен предусматривать корректировку для выживаемости, если это необходимо.

Таблица 1. — Характеристика основных методов обеззараживания питьевой воды

| № п/п | Метод                               | Преимущества  | Недостатки  |
|-------|-------------------------------------|---|---|
| 1     | Хлорирование                        | <p>Один из наиболее распространенных методов обеззараживания воды, применяемый на водопроводных станциях.</p> <p>При этом производится обработка воды различными химическими соединениями, выделяющими при разложении активный хлор; наиболее распространенным способом является применение газообразного хлора, хлорной извести (гипохлорита натрия), диоксида хлора; каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки</p> |   |
| 1.1   | Обеззараживание газообразным хлором | <p>высокая обеззараживающая способность;</p> <p>сохранение обеззараживающей способности в водоразводящих путях;</p> <p>возможность контроля эффективности обеззараживания по наличию остаточного хлора;</p> <p>наиболее экономически доступный способ;</p> <p>легкость дозирования дезинфицирующего агента</p>  | <p>способность хлора вступать в реакцию замещения, в результате чего могут образовываться токсичные соединения, обладающие неприятным запахом (хлорфенолы), вызывающие нарушение здоровья (хлороформ и другие хлорсодержащие соединения);</p> <p>неэффективен в отношении спорообразующих бактерий;</p> <p>сильное коррозионное воздействие приводит к разрушению металлических частей водовода и сооружений и загрязняет воду продуктами коррозии, резко повышающими ее цветность;</p> <p>при недостаточно глубоком окислении воды некоторые вещества в ней переходят в соединения, придающие воде запах, привкус или окраску, а иногда и более токсичные;</p> <p>требуется большая точность и постоянный лабораторный контроль хлорпоглощаемости воды и остаточного хлора в ванне бассейна;</p> |

| № п/п | Метод   | Преимущества   | Недостатки  |
|-------|---|--|---|
|       |   |  | <p>работа с хлором требует соблюдения правил безопасности на рабочих местах;</p> <p>наличие в воде значительного количества органических и минеральных примесей требует повышенных доз хлора, что усугубляет негативные последствия хлорирования;</p> <p>хлор является сильнодействующим ядовитым веществом и подлежит особому контролю при транспортировке и эксплуатации для предотвращения возможных последствий техногенных катастроф</p> |
| 1.2   | Обеззараживание гипохлоритом натрия (кальция), хлорной известью | <p>средняя обеззараживающая способность;</p> <p>наиболее дешевый и простой в применении;</p> <p>безопасен как возможный источник техногенных катастроф</p>   | <p>меньшие окислительные и бактерицидные свойства по сравнению с хлором, диоксидом хлора, озоном и УФ-излучением;</p> <p>образование токсичных соединений;</p> <p>меньшая остаточная обеззараживающая способность в водоразводящих путях;</p> <p>необходимость наличия дополнительного оборудования для подготовки смесей</p>   |
| 1.3   | Обеззараживание диоксидом хлора                                 | <p>сильное дезинфицирующее действие, практически не зависящее от значений рН воды и присутствия в ней аммиака и прочих соединений азота;</p> <p>сильное действие на споры, вирусы и водоросли;</p> <p>длительно сохраняющийся (до 7 сут) бактерицидный эффект в водораспределительных системах и, как следствие, удаление микробиологических отложений в системе распределения воды;</p> <p>не образуются токсичные тригалогенметаны;</p> <p>практически не образуются неудаляемые органические галогены;</p> <p>не образуются хлорфенолы;</p> | <p>технические сложности при необходимости обработки больших объемов воды;</p> <p>необходимость мониторинга диоксида хлора в питьевой воде;</p> <p>отсутствие эпидемиологических исследований о возможных последствиях для здоровья в отдаленный период</p>   |

| № п/п | Метод        | Преимущества  | Недостатки  |
|-------|--------------|---|---|
|       |              | <p>не происходит реакция диоксида хлора с аммонием и другими соединениями азота;</p> <p>отсутствие хлорного привкуса и запаха в обработанной воде;</p> <p>окисление органических соединений, а также марганца и железа;</p> <p>улучшение флокуляции необработанной сырой воды;</p> <p>умягчение воды</p>  |   |
| 2     | Озонирование | <p>высокотехнологичный метод,</p> <p>самый эффективный метод обеззараживания питьевой воды (уничтожение бактерий, спор и вирусов, наиболее эффективен против <i>Giardia</i>, <i>Cryptosporidium</i>);</p> <p>одновременно с обеззараживанием вода обесцвечивается, устраняются запахи и привкусы, улучшаются органолептические и дезодорирующие свойства;</p> <p>озон не изменяет натуральные свойства воды (его избыток через несколько минут превращается в кислород), и поэтому остаточный озон не вызывает отрицательного действия на организм человека;</p> <p>неспособен к реакциям замещения (не образуются ТГМ);</p> <p>быстрое разложение, даже при некоторой передозировке остаточные количества его не могут быть велики и не требуют устранения;</p> <p>при озонировании в воду не вносятся посторонние вредно действующие вещества и не происходит заметных изменений минерального состава воды и ее pH;</p> <p>процесс менее подвержен влиянию переменных факторов, что упрощает технологию;</p> <p>не требуется постоянного подвоза расходных материалов, поскольку кислород, необходимый для озонирования, имеется в составе окружающего воздуха;</p> <p>отсутствие возможности техногенных катастроф</p> | <p>не обладает длительным эффектом «последствия» (после введения озон сохраняется в воде всего 30–40 мин);</p> <p>озон как сильный окислитель способен переводить трудно окисляемые органические соединения в разряд легко окисляемых, чем создает благоприятные условия для развития микроорганизмов;</p> <p>озон при окислении органических соединений способен присоединять к ним атом кислорода, в результате могут образовываться такие загрязняющие высокотоксичные вещества, как альдегиды, кетоны и др.</p> |

| № п/п | Метод  | Преимущества   | Недостатки   |
|-------|--|--|--|
| 3     | Комбинированное применение хлорирования и озонирования | <p>высокая обеззараживающая способность;</p> <p>дезодорирование воды;</p> <p>высокая остаточная обеззараживающая способность в водоразводящей сети</p>   | <p>создание условий, способствующих образованию высокотоксичных хлорсодержащих соединений;</p> <p>значительное повышение стоимости водоподготовки и обеззараживания воды</p> |
| 4     | Применение биоцидных препаратов                        | <p>высокий обеззараживающий потенциал и широкий спектр биоцидного действия (бактери-, вирули-, фунги-, споро-, алгицидная активность);</p> <p>высокая эффективность биоцидного действия в диапазоне температур от 0 до 30 °С при рН6–9;</p> <p>совместимость с другими реагентами, используемыми в технологии обработки воды, возможность применения в существующих технологических схемах водоподготовки без существенной реконструкции очистных сооружений;</p> <p>безопасность при хранении, транспортировке, применении в технологических процессах водоподготовки;</p> <p>низкая токсичность для людей, тепло- и холоднокровных животных, экологическая безопасность для окружающей среды (полное отсутствие токсичных хлорсодержащих легколетучих и стойких соединений);</p> <p>полное биоразложение на нетоксичные продукты и отсутствие коррозионной активности;</p> <p>высокая и длительно сохраняющаяся обеззараживающая способность в водоразводящих путях;</p> <p>отсутствие реакций образования токсичных соединений в процессе водоподготовки;</p> <p>неизменность качества питьевой воды;</p> <p>отсутствие возможности техногенных катастроф;</p> <p>отсутствие необходимости создания специальных условий труда</p> | <p>высокая стоимость;</p> <p>недостаточность эпидемиологических данных по отдаленным эффектам воздействия</p>  |



| № п/п | Метод  | Преимущества  | Недостатки   |
|-------|--|---|--|
| 5     | Комбинированное применение озонирования и биоцидных препаратов | использование озонирования в качестве основного метода обеззараживания воды и биоцидных препаратов для обеспечения вторичного обеззараживающего эффекта в водоразводящих путях  | незначительное повышение стоимости водоподготовки  |
| 6     | Обеззараживание ультрафиолетовым облучением                    | высокая обеззараживающая способность (вегетативные формы, вирусы, споры); неизменность физических, химических свойств и вкусовых качеств воды; простота оборудования и возможность применения в бытовых комплексах водоподготовки; сокращение времени технологических процессов | отсутствие остаточной обеззараживающей способности в разводящей сети; жесткие требования к качеству исходной воды (общее содержание железа — не более 0,3 мг/л, марганца — 0,1 мг/л; сероводорода — 0,05 мг/л; мутность — 2 мг/л по каолину; цветность — 35°); применение в оборудовании ртутных ламп; необходимость контроля отсутствия проникновения УФИ в окружающую среду; сложность и высокая стоимость метода при обеззараживании больших объемов воды |

Таблица 2. — Характеристика основных методов дополнительной очистки питьевой воды при обеззараживании питьевой воды хлорсодержащими препаратами, сопровождающейся образованием хлорсодержащих токсичных соединений

| № п/п | Метод  | Преимущества  | Недостатки  |
|-------|--|---|---|
| 1     | Применение фильтрующих материалов в бытовых условиях   |   |   |
| 1.1   | Фильтры, изготовленные с применением «трековых» мембран и других мембранных фильтров   | В зависимости от размеров фильтрующих пор: уменьшают концентрацию тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов, других вредных примесей, болезнетворных бактерий, сохраняя при этом в воде все важные для здоровья микроэлементы; эффективность задержания тяжелых металлов, фосфорорганических пестицидов, нафтонов и хлорсодержащих соединений составляет от 80 до 100 %; нет необходимости восстановления и регенерации фильтра, поскольку поверхность мембраны гладкая, что дает возможность простого смыва задержанных на поверхности фильтра веществ; простота конструкции | относительно малая производительность; стоимость фильтра  |
| 1.2   | Фильтры, изготовленные с применением адсорбционных материалов (активированный уголь в виде гранул, углеграфитовых волокон или углеграфитовых тканей) | высокоэффективная очистка воды от свободного хлора (после хлорирования воды), большинства видов органических соединений, коллоидных частиц (гидроокись железа, гуминовые кислоты и др.); практически не удаляют из воды катионы и анионы неорганических веществ; наиболее проверенные, простые, надежные и эффективные устройства для очистки воды от указанных загрязнений при своевременной замене и очистке фильтра  | плохо задерживают неорганические ионы (ионы тяжелых металлов и др.); плохо задерживают микроорганизмы, т. е. не обеспечивают обеззараживание воды; для некоторых видов микроорганизмов такой сорбент является питательной средой, когда нет протока воды (например, ночью), фильтр не работает, и происходит размножение микроорганизмов, а их количество в очищенной воде после фильтра может оказаться даже больше, чем в поступающей на фильтрацию; это не имеет значения при предварительном обеззараживании воды хлором; |

| № п/п | Метод   | Преимущества  | Недостатки  |
|-------|---|---|---|
|       |   |   | <p>практически невозможны восстановление и регенерация в бытовых условиях;<br/> трудно определить срок замены адсорбционных фильтров, так как для этого необходимо периодически производить анализ исходной и очищенной воды</p>  |
| 1.3   | <p>Применение картриджных систем фильтрации</p> | <p>удаление из воды взвешенных частиц размером &gt;5 мкм (ржавчина, песок и др.);<br/> очистка воды от солей жесткости и тяжелых металлов с использованием ионообменных смол, сорбентов или их смесей, полученных промышленным путем или в результате измельчения природного материала (например, шунгита);<br/> снижение содержания хлора и органических веществ, которое осуществляют с помощью активированного угля в виде гранул, волокон или ткани и одновременное с этим обеззараживание воды ионами серебра или фторирование воды;<br/> финишная очистка воды от частиц смолы и угля с использованием сеток;<br/> в некоторых устройствах — намагничивание очищенной воды или обогащение воды кислородом, или минеральными компонентами (обычно без указания этих компонентов);<br/> компактность систем</p> | <p>сложно или невозможно определить, когда исчерпался ресурс работы картриджа; последний зависит от состава воды, а состав воды изменяется в зависимости от местоположения жилого объекта и времени года, т. е. имеются еще и сезонные колебания состава воды, которые в реальных условиях учесть практически невозможно;<br/> использование ионов серебра для очистки воды может оказать вредное влияние на здоровье человека при высоком содержании этих ионов или не обеспечить бактериологическую очистку воды при низком содержании ионов серебра;<br/> если картриджные фильтры действительно полностью удаляют из воды соли жесткости, это может негативно сказаться на здоровье человека при длительном употреблении такой воды</p> |

| № п/п | Метод   | Преимущества  | Недостатки   |
|-------|---|---|--|
| 2     | Применение альтернативных методов очистки воды при централизованном водоснабжении                               |   |  |
| 2.1   | Коагуляция с последующим фильтрованием через песчаный фильтр  | простота технологического процесса;<br>доступность и невысокая стоимость фильтрующего материала                               | отсутствие эффективности очистки в отношении хлорсодержащих соединений, в т. ч. активного хлора, хлороформа, и низкая эффективность в отношении ПХБ                                      |
| 2.2   | Коагуляция с последующим фильтрованием через угольный фильтр  | полное удаление полихлорированных бифенилов (ПХБ) и диоксинов;<br>выраженное снижение содержания активного хлора и хлороформа | неполное удаление летучих хлорорганических соединений;<br>высокая стоимость процесса;<br>сложность регенерации фильтрующего материала  |
| 2.3   | Углевание порошковым или гранулированным углем с последующей коагуляцией и фильтрованием через песчаные фильтры | полное удаление ПХБ и диоксинов   | неэффективность в отношении удаления летучих хлорорганических соединений (ТГМ);<br>увеличение числа стадий технологического процесса водоподготовки и повышение стоимости водоподготовки |
| 2.4   | Фильтрование через углеволокнистые фильтры  | полное удаление ПХБ, диоксинов, высокая эффективность очистки от летучих органических соединений                              | высокая стоимость водоподготовки   |

Приложение 2  
(справочное)

**Очистка модельных растворов, приготовленных на водопроводной воде, содержащих 5 мг/л активного хлора, 0,2 мг/л хлороформа, 50 нг/л ПХБ и 125 пг/л 2,3,4,6,7,8-ГеХДД после их очистки с применением различных технологических приемов**

| Определяемый ингредиент (мг/л)                 | Вариант очистки                           |   |   |  |   |
|--|---|---|---|--|---|
|  | Фильтрование через углеволокнистый фильтр | Коагуляция + фильтрование через песчаный фильтр | Коагуляция + фильтрование через угольный фильтр | Углевание порошковым углем + коагуляция + фильтрование через песчаный фильтр | Углевание гранулированным углем + коагуляция + фильтрование через песчаный фильтр |
| Активный хлор                                  | н.о.                                      | 5,0   | 1,8   | н.о.   | 0,6   |
| Хлороформ                                      | 0,03                                      | 0,19  | 0,06  | 0,15   | 0,17  |
| 2,4,4-трихлоробифенил (ПХБ 28)                 | н.о.                                      | 4,0   | н.о.  | и.о.   | н.о.  |
| 2,2,5,5-тетрахлоробифенил (ПХБ 52)             | н.о.                                      | 3,9   | н.о.  | н.о.   | 11,0  |
| 2,2,4,5,5-пентахлоробифенил (ПХБ 101)          | н.о.                                      | 2,9   | и.о.  | н.о.   | и.о.  |
| 2,2,3,4,4,5-гексахлоробифенил (ПХБ 138)        | н.о.                                      | 2,1   | н.о.  | 11,0   | н.о.  |
| 2,2,4,4,5,5-гексахлоробифенил (ПХБ 153)        | н.о.                                      | 2,1   | и.о.  | н.о.   | н.о.  |
| 2,2,3,4,4,5,5-гептахлоробифенил (ПХБ 180)      | н.о.                                      | 1,7   | н.о.  | н.о.   | н.о.  |
| 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-декахлоробифенил (ПХБ 209) | н.о.                                      | 1,3   | и.о.  | и.о.   | н.о.  |
| 2,3,4,6,7,8-ГеХДД                              | н.о.                                      | н.о.  | н.о.  | н.о.   | н.о.  |

Таблица 1. — Характеристика водных патогенных микроорганизмов, выключая устойчивость к хлору (по данным ВОЗ)

| Патогенный организм                                  | Опасность для здоровья | Персистентность в воде <sup>1)</sup> | Устойчивость к хлору <sup>2)</sup> | Отн. инфицирующая доза <sup>3)</sup> | Животное-носитель |
|--|------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| <b>Бактерии</b>                                      |                        |                                      |                                    |                                      |                   |
| Campylobacter jejuni<br>Campylobacter coli (C. coli) | Высокая                | Средняя                              | Низкая                             | Средняя                              | Да                |
| Escherichia coli (E. coli) (патогенные)              | Высокая                | Средняя                              | Низкая                             | Высокая                              | Да                |
| Salmonella typhi                                     | Высокая                | Средняя                              | Низкая                             | Высокая                              | Нет               |
| Salmonella (non typhi)                               | Высокая                | Длительная                           | Низкая                             | Высокая                              | Да                |
| Shigella spp.  | Высокая                | Кратковременная                      | Низкая                             | Средняя                              | Нет               |
| Vibrio cholerae                                      | Высокая                | Кратковременная                      | Низкая                             | Высокая                              | Да                |
| Yersinia enterocolitica                              | Высокая                | Длительная                           | Низкая                             | Высокая (?) <sup>4)</sup>            | Да                |
| Pseudomonas aeruginosa <sup>5)</sup>                 | Средняя                | Может размножиться                   | Средняя                            | Высокая (?)                          | Нет               |
| Aeromonas spp.                                       | Средняя                | Может размножиться                   | Низкая                             | Высокая (?)                          | Нет               |
| <b>Вирусы</b>  |                        |                                      |                                    |                                      |                   |
| Adenoviruses   | Высокая                | (?)                                  | Средняя                            | Низкая                               | Нет               |
| Enteroviruses  | Высокая                | Длительная                           | Средняя                            | Низкая                               | Нет               |
| Hepatitis A  | Высокая                | (?)                                  | Средняя                            | Низкая                               | Нет               |
| Энтеровирусы гепатита ни А, ни В, гепатита Е         | Высокая                | (?)                                  | (?)                                | Низкая                               | Нет               |
| Норволк-вирус  | Высокая                | (?)                                  | (?)                                | Низкая                               | Нет               |
| Ротавирус  | Высокая                | (?)                                  | (?)                                | Средняя                              | Нет (?)           |
| Мелкие круглые вирусы                                | (?)                    | (?)                                  | Низкая                             |                                      |                   |
| <b>Простейшие</b>                                    |                        |                                      |                                    |                                      |                   |
| Entamoeba histolytica                                | Высокая                | Средняя                              | Высокая                            | Низкая                               | Нет               |
| Giardia intestinalis                                 | Высокая                | Средняя                              | Высокая                            | Низкая                               | Да                |
| Cryptosporidium parvum                               | Высокая                | Длительная                           | Высокая                            | Низкая                               | Да                |
| Dracunculus medinensis                               | Высокая                | Средняя                              | Средняя                            | Низкая                               | Да                |

<sup>1)</sup> — срок, в течение которого микроорганизм способен сохранять жизнеспособность вне тела хозяина. В воде (при температуре 20 °С) короткий — до 1 недели, средний — от 1 недели до 1 мес., длительный — свыше 1 мес.;

<sup>2)</sup> — когда инфекционный агент находится в свободном взвешенном состоянии в воде, подвергшейся обработке хлором, при обычных дозах и времени контакта. Средняя устойчивость — патогенный агент может быть уничтожен не полностью, низкая устойчивость — патогенный агент уничтожается полностью;

<sup>3)</sup> — относительная инфицирующая доза — это доза (количество) патогенных микроорганизмов этого типа, необходимая, чтобы вызвать инфекцию у 50 % взрослых здоровых добровольцев;

<sup>4)</sup> — неизвестно или неясно;

<sup>5)</sup> — основной путь заражения — кожный контакт, но инфицирование раковых больных или лиц с иммунодефицитом может происходить и при употреблении зараженной воды внутрь.

Таблица 2. — Патогены, передаваемые через питьевую воду

| Патогенный организм                 | Вид/тип/группа                          | Опасность для здоровья | Выживаемость в системах водоснабжения | Устойчивость к хлору | Относительная инфекционность | Значимость животных как источник |
|-------------------------------------|---|------------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Бактерии                            |   |                        |                                       |                      |                              |                                  |
| Burkholderia                        | <i>B. pseudomallei</i>                  | Высокая                | Может размножаться                    | Низкая               | Низкая                       | –                                |
| Campylobacter                       | <i>C. coli</i><br><i>C. jejuni</i>      | Высокая                | Умеренная                             | Низкая               | Умеренная                    | +                                |
| Escherichia coli — Diarrhoeagenic   | –                                       | Высокая                | Умеренная                             | Низкая               | Низкая                       | +                                |
| <i>E. coli</i> — Enterohaemorrhagic | <i>E. coli</i> 0157                     | Высокая                | Умеренная                             | Низкая               | Высокая                      | +                                |
| Francisella                         | <i>F. tularensis</i>                    | Высокая                | Длительная                            | Умеренная            | Высокая                      | +                                |
| Legionella                          | <i>L. pneumophila</i>                   | Высокая                | Может размножаться                    | Низкая               | Умеренная                    | –                                |
| Mycobacteria (non-tuberculous)      | <i>Mycobacterium avium</i> complex      | Низкая                 | Может размножаться                    | Высокая              | Низкая                       | –                                |
| <i>Salmonella typhi</i>             | –                                       | Высокая                | Умеренная                             | Низкая               | Низкая                       | –                                |
| Other salmonellae                   | <i>S. enterica</i><br><i>S. bongori</i> | Высокая                | Может размножаться                    | Низкая               | Низкая                       | +                                |
| Shigella                            | <i>S. dysenteriae</i>                   | Высокая                | Кратковременная                       | Низкая               | Высокая                      | –                                |
| Vibrio                              | <i>V. cholerae</i> O1 and 0139          | Высокая                | От кратковременной до длительной      | Низкая               | Низкая                       | –                                |
| Вирусы                              |   |                        |                                       |                      |                              |                                  |
| Adenoviridae                        | Adenoviruses                            | Умеренная              | Длительная                            | Умеренная            | Высокая                      | –                                |
| Astroviridae                        | Astroviruses                            | Умеренная              | Длительная                            | Умеренная            | Высокая                      | –                                |
| Caliciviridae                       | Noroviruses,<br>Sapoviruses             | Высокая                | Длительная                            | Умеренная            | Высокая                      | Потенциально                     |
| Hepeviridae                         | Hepatitis E virus                       | Высокая                | Длительная                            | Умеренная            | Высокая                      | Потенциально                     |
| Picornaviridae                      | Enteroviruses,                          | Высокая                | Длительная                            | Умеренная            | Высокая                      | –                                |



|                       |                                      |         |                       |           |           |   |
|-----------------------|--------------------------------------|---------|-----------------------|-----------|-----------|---|
|                       | Parechoviruses,<br>Hepatitis A virus |         |                       |           |           |   |
| Reoviridae            | Rotaviruses                          | Высокая | Длительная            | Умеренная | Высокая   | – |
| Протозойные организмы |                                      |         |                       |           |           |   |
| Acanthamoeba          | A. culbertsoni                       | Высокая | Может<br>размножаться | Высокая   | Высокая   | – |
| Cryptosporidium       | C. hominis/parvum                    | Высокая | Длительная            | Высокая   | Высокая   | + |
| Cyclospora            | C. cayetanensis                      | Высокая | Длительная            | Высокая   | Высокая   | – |
| Entamoeba             | E. histolytica                       | Высокая | Умеренная             | Высокая   | Высокая   | – |
| Giardia               | G. intestinalis                      | Высокая | Умеренная             | Высокая   | Высокая   | + |
| Naegleria             | N. fowleri                           | Высокая | Может<br>размножаться | Низкая    | Умеренная | – |
| Гельминты             |                                      |         |                       |           |           |   |
| Dracunculus           | D. medinensis                        | Высокая | Умеренная             | Умеренная | Высокая   | – |

Таблица 3. — Организмы, которые, как предполагается, могут передаваться через питьевую воду, однако в отношении которых окончательные данные пока отсутствуют

| Микроорганизмы         | Вид/тип/группа <sup>1</sup>               | Уровень достоверности доказательств  | Присутствие в системах водоснабжения               | Устойчивость к хлору <sup>2</sup> |
|------------------------|---|--|--|-----------------------------------|
| Acinetobacter          | <i>A. calcoaceticus baumannii complex</i> | Возможны случаи передачи в медицинских учреждениях (не желудочно-кишечным путем)   | Распространена и может размножаться                | Низкая                            |
| Aeromonas              | <i>A. hydrophila</i>                      | Клинические штаммы не совпадают с штаммами в пробах субстратов внешней среды   | Распространена и может размножаться                | Низкая                            |
| Enterobacter sakazakii | <i>E. sakazakii</i>                       | Инфекция выявлена в детских смесях; данные о передаче через воду отсутствуют   | Маловероятно                                       | Низкая                            |
| Helicobacter pylori    | <i>H. pylori</i>                          | Предполагается, но прямые доказательства отсутствуют; основной путь передачи — через родственников   | Выявлена, выживает в течение ограниченного времени | Низкая                            |
| Klebsiella             | <i>K. pneumoniae</i>                      | Возможны случаи передачи в медицинских учреждениях (не желудочно-кишечным путем)   | Может размножаться                                 | Низкая                            |
| Leptospira             | <i>L. interrogans</i>                     | Нет данных о передаче через питьевую воду. Прежде всего, путем контакта с загрязненными поверхностными водами, вспышки, связанные с наводнениями | Может выжить 1 мес. в воде                         | Низкая                            |
| Pseudomonas            | <i>P. aeruginosa</i>                      | Возможны случаи передачи в медицинских учреждениях (не желудочно-кишечным путем)   | Распространена и может размножаться                | Умеренная                         |

|                              |  |   |  |            |
|------------------------------|--|---|--|------------|
| Staphylococcus               | S. aureus  | Данные о передаче через питьевую воду отсутствуют; наиболее значимый путь передачи — через руки | Распространена и может размножаться                  | Умеренная  |
| Tsukamurella                 | T.paurometabola  | Возможны случаи передачи в медицинских учреждениях (не желудочно-кишечным путем)                | Распространена и может размножаться                  | Нет данных |
| Yersinia                     | Y. enterocolitica                                      | Виды, обнаруженные в воде, по-видимому, не патогенны; основной источник — продукты питания      | Распространена и может размножаться                  | Низкая     |
| <b>Вирусы</b>                |  |   |  |            |
| Filoviride                   | Ebola virus  | Нет данных о передаче через питьевую воду   | Маловероятно   | Низкая     |
| Orthomyxoviridae             | Influenza viruses                                      | Нет данных о передающемся с водой пути передачи   | Маловероятно   | Низкая     |
| Coronaviridae                | Severe acute respiratory syndrome (SARS) coronaviruses | Один путь передачи ингаляционно-капельный   | Маловероятно   | Нет данных |
| Picornaviridae/<br>Kobuvirus | Aichivirus   | Присутствует в фекальных отходах, сточных водах и иногда заражает питьевую воду                 | Вероятно присутствует в воде, загрязненной фекалиями | Умеренная  |
| <b>Протозойные организмы</b> |  |   |  |            |
| Balantidium                  | B. coli  | Одна вспышка зафиксирована в 1971 г.  | Выявлены   | Высокая    |
| Blastocystis                 | B. hominis   | Вероятно, но данные ограничены  | Нет данных, персистенция возможна                    | Высокая    |
| Isospora                     | I. belli   | Вероятно, но данные ограничены  | Нет данных   | Высокая    |
| Микроспоридии                | —  | Вероятно, но данные ограничены; инфицируются  | Выявлены, персистенция возможна                      | Умеренная  |

|   |  |  |   |           |
|---|--|--|---|-----------|
|   |  | преимущественно люди с синдромом приобретенного иммунодефицита   |   |           |
| Toxoplasma  | T. gondii  | Одна вспышка зафиксирована в 1995 г.   | Длительное  | Высокая   |
| Гельминты   |  |  |   |           |
| Fasciola spp.   | F. hepatica<br>F. gigantica                                | Вероятно; выявлены в воде в гиперэндемических регионах   | Выявлены  | Высокая   |
| Свободноживущие нематоды, за исключением Dracunculus medinensis   | —  | Вероятно, но передача происходит прежде всего через продукты питания или почву   | Выявлены и могут размножаться   | Высокая   |
| Schistosoma   | S. mansoni<br>S. japonicum<br>S. mekongi<br>S. haematobium | Никаких доказательств передачи через питьевую воду при глотании. В первую очередь распространяются при контакте с загрязненными поверхностными водами в местах, не имеющих достаточного доступа к безопасной питьевой воде | Жизненный цикл включает в себя животных и улиток/которые могут выходить в воду после размножения в пресноводных улитках | Умеренная |
| <p><sup>1)</sup> — когда патоген в инфективной фазе находится в свободно-взвешенном состоянии в воде, обрабатываемой с применением обычных доз, при обычном контактном времени и pH от 7 до 8. Низкая означает инактивацию на 99 % при 20 °С, как правило, менее чем за 1 мин; умеренная — за 1–30 мин; высокая — более чем за 30 мин. Следует отметить, что организмы, выживающие и размножающиеся в анаэробных биофильтрах, например, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, защищены от воздействия хлора. Под персистенцией понимается возможность выживания в течение 1 мес. и более;</p> <p><sup>2)</sup> — тип, указанный в списке (<i>H. pylori</i>), наиболее часто связан с водным путем передачи, но также может быть другой вид причиной заболевания.</p> |  |  |   |           |