Микробиологические методы очистки воды

Лекция 1

Биологическая очистка сточных вод

Метод биологической очистки сточных вод основан на способности ***гетеротрофных микроорганизмов*** *использовать в качестве источников питания разнообразные органические соединения, подвергая последние биохимическим превращениям. Использование свойств адаптации бактерий активного ила позволяет успешно решать вопросы биологической очистки хозяйственно-бытовых стоков, а также стоков воды химических производств, содержащих сложные органические соединения неприродного происхождения.*

Бактерии (лат. bacteria — палочка) — это одноклеточные организмы, лишенные хлорофилла. Величина бактерий измеряется в микрометрах (мкм). Большинство патогенных бактерий имеют среднюю длину 0,2—10 мкм. Под влиянием среды обитания могут происходить ненаследственные изменения, называемые модификациями. Однако при стабильных условиях существования микробы сохраняют свойственные данному виду размер и форму.

Гетеротро́фы *(др.-греч. ἕτερος — «иной», «различный» и τροφή — «пища») — организмы, которые не способны синтезировать органические вещества из неорганических путём фотосинтеза или хемосинтеза. Для синтеза необходимых для своей жизнедеятельности органических веществ им требуются экзогенные органические вещества, то есть произведённые другими организмами.*

Аэробные и анаэробные методы биохимической очистки сточных вод

Аэробный метод *основан на использовании аэробных групп микроорганизмов, для жизнедеятельности которых требуются постоянный приток кислорода и температура 20-40 °С. При изменении кислородного и температурного режимов меняются состав и число микроорганизмов, а, следовательно, и эффективность очистки стоков. В случае анаэробной очистки микроорганизмы культивируются в активном иле или биопленке, биохимические процессы протекают без доступа кислорода. Этот метод используют главным образом для обезвреживания осадков.*

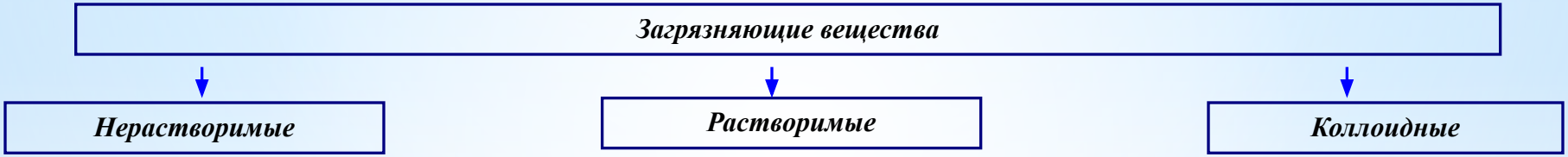
Аэробные процессы *биохимической очистки могут протекать в* ***природных условиях*** *и в* ***искусственных сооружениях****. В* ***естественных*** *условиях очистка происходит на* ***полях орошения****,* ***полях фильтрации*** *и* ***биологических прудах****.* ***Искусственными*** *сооружениями являются* ***аэротенки*** *и* ***биофильтры*** *разной конструкции. Тип сооружений выбирают с учетом местоположения предприятия, климатических условий, источника водоснабжения, объема промышленных и бытовых сточных вод, состава и концентрации загрязнений. В искусственных сооружениях процессы очистки протекают с большей скоростью, чем в естественных условиях.*

Классификация сточных вод

Сточная вода – это вода бывшая в употреблении, а также вода, прошедшая какую-либо загрязненную территорию.

Классификация сточных вод в зависимости от условий образования

Классификация загрязняющих воду веществ по физическому состоянию



Классификация загрязняющих воду веществ по биохимическому состав

Типы загрязняющих веществ

Примеры загрязняющих веществ:
*К **минеральным** загрязняющим веществам относятся песок, глина (глинистые частицы), частицы руды, шлака, минеральных солей и другие.*
***Органические** загрязняющие вещества подразделяются по своему происхождению на растительные и животные. Растительные – это остатки растений, плодов, овощей, злаков, растительного масла и т.п. Органические загрязнения животного происхождения – это физиологические выделения людей и животных, остатки тканей животных, клеевые вещества и другие.*
***Бактериальные и биологические** загрязняющие вещества вносятся, главным образом, бытовыми сточными водами и стоками некоторых промышленных предприятий (кожевенные заводы, фабрики первичной обработки шерсти, предприятия микробиологической промышленности и т.п.). По степени агрессивности производственные сточные воды разделяют на слабоагрессивные (слабокислые и слабощелочные), сильноагрессивные (сильнокислые и сильнощелочные) и неагрессивные.*

Характеристика производственных сточных вод

Производственные сточные воды *образуются в результате использования воды в технологических процессах. Их количество и состав определяются типом предприятия, его мощностью, видами используемых технологических процессов, от состава исходной свежей воды и от местных условий, схемы водообеспечения водоотведения промышленных предприятий.*

Производственные сточные воды

- *Загрязненные преимущественно минеральными примесями (металлургическая, машиностроительная, рудо - и угледобывающая промышленность, заводы по производству минеральных удобрений, кислот, строительных материалов)*
- *Загрязненные преимущественно органическими примесями (предприятия мясной, рыбной, молочной, пищевой, целлюлозно-бумажной, химической, микробиологической промышленности, заводы по производству пластмасс, каучука).*
- *Загрязненные минеральными и органическими примесями (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности, заводы по производству сахара, продуктов органического синтеза, витаминов, консервов*

Характеристика хозяйственно-бытовых сточных вод

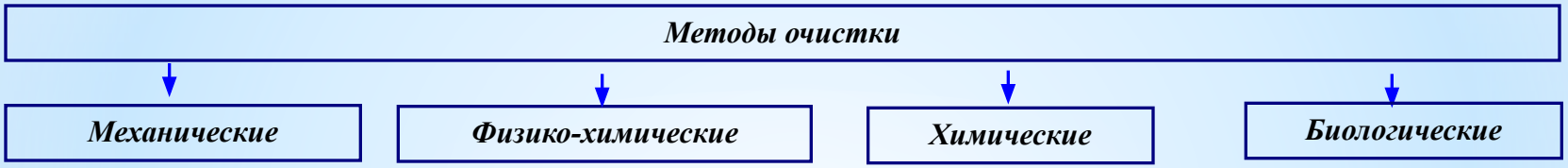
Хозяйственно-бытовые *сточные воды – это стоки столовых, бань, прачечных, туалетов и другие. В бытовых сточных водах органические вещества в загрязнениях составляют примерно 58 % и минеральные – 42 %.*

Характеристика атмосферных сточных вод

Атмосферные сточные *воды образуются в результате выпадения атмосферных осадков и стекающие с территорий предприятий. Они загрязняются органическими и минеральными веществами.*

Методы очистки сточных вод

Классификация методов очистки сточных вод



Механические методы *очистки применяются для очистки сточных вод от взвешенных частиц путем процеживания, отстаивания, отделения взвешенных частиц с использованием центробежных сил, фильтрования.*

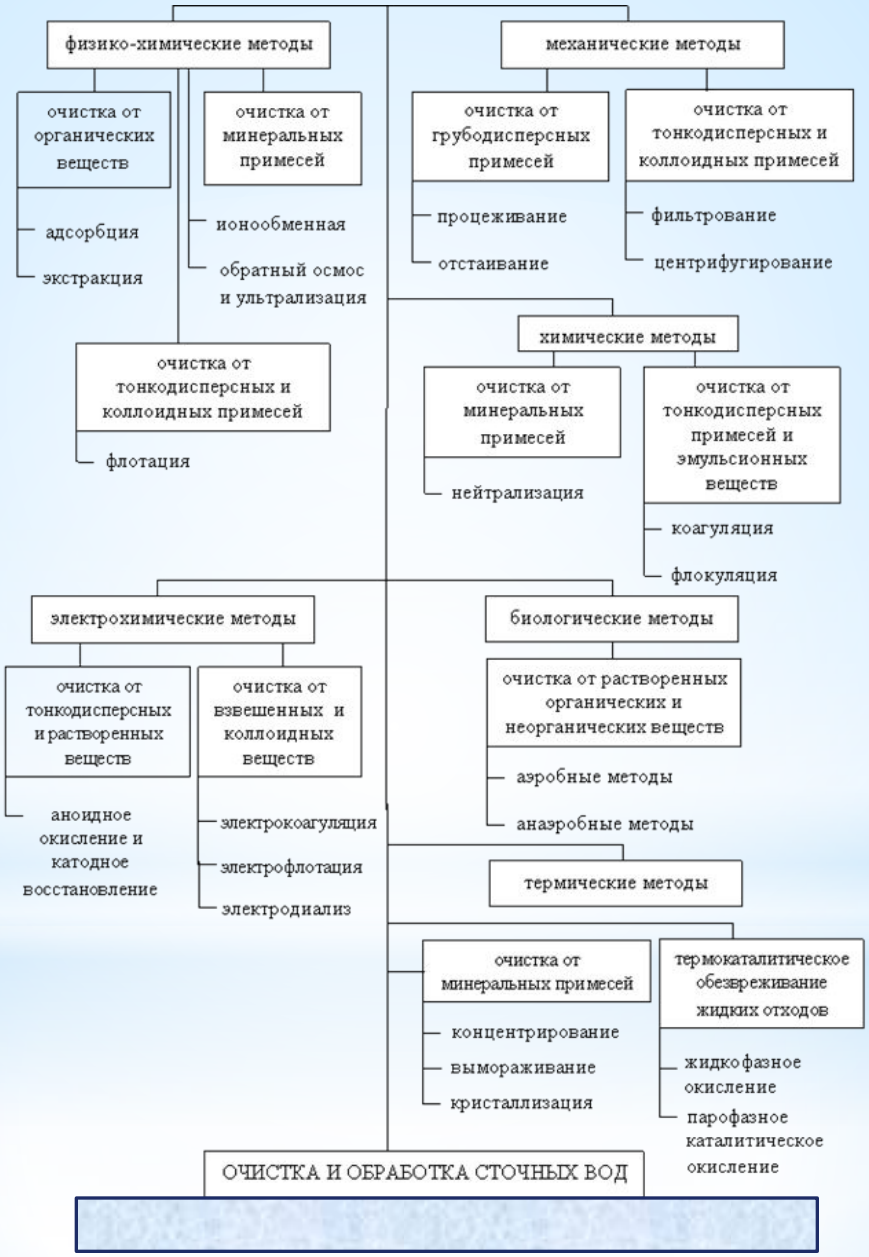
Физико-химические методы *используются для очистки сточных вод от растворенных примесей, также в некоторых случаях и от взвешенных частиц. Основными методами являются флотация, экстракция, нейтрализация, сорбция, ионообменная очистка, гиперфильтрация, электрохимическая очистка, озонирование, электрокоагуляция, эвапорация.*

К ***химическим методам*** *очистки сточных вод относятся нейтрализация, окисление и восстановление. Химическая очистка может применяться как самостоятельный вид очистки перед подачей производственных сточных вод в систему оборотного водоснабжения, а также в качестве предварительной очистки перед биологической или физико-химической очисткой. Ее применяют для извлечения различных компонентов, растворенных в сточных водах, а также для дезинфекции и обесцвечивания.*

Биологическая (биотехнологическая) очистка *применяется для очистки сточных вод от растворенных органических веществ. Она основана на способности микроорганизмов использовать для питания содержащиеся в сточных водах органические вещества (углеводы, спирты, белки и т.п.). Используется для очистки бытовых и производственных сточных вод. Очистка осуществляется на полях фильтрации, полях орошения, в биологических прудах, а также в специальных установках – биологических фильтрах, аэротенках и окситенках.*

Микробиологические методы очистки воды

Методы очистки сточных вод

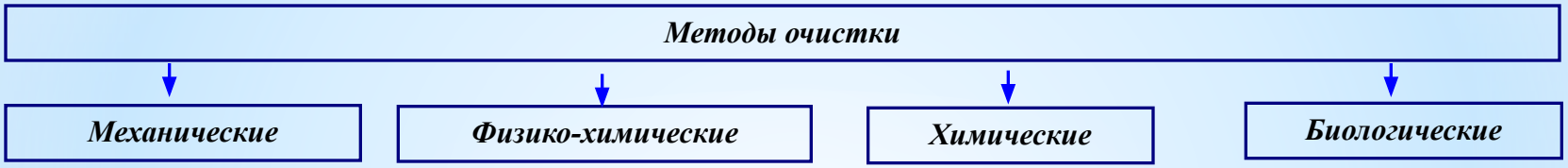


Химические методы очистки сточных вод

Классификация химических методов очистки сточных вод

Методы очистки сточных вод

Классификация методов очистки сточных вод



Механические методы *очистки применяются для очистки сточных вод от взвешенных частиц путем процеживания, отстаивания, отделения взвешенных частиц с использованием центробежных сил, фильтрования.*

Физико-химические методы *используются для очистки сточных вод от растворенных примесей, также в некоторых случаях и от взвешенных частиц. Основными методами являются флотация, экстракция, нейтрализация, сорбция, ионообменная очистка, гиперфильтрация, электрохимическая очистка, озонирование, электрокоагуляция, эвапорация.*

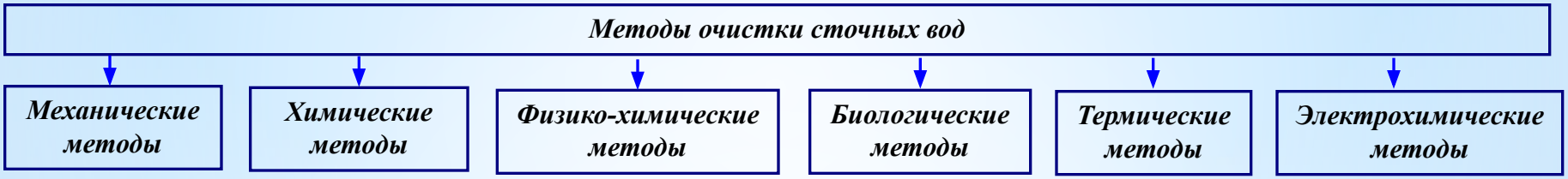
К ***химическим методам*** *очистки сточных вод относятся нейтрализация, окисление и восстановление. Химическая очистка может применяться как самостоятельный вид очистки перед подачей производственных сточных вод в систему оборотного водоснабжения, а также в качестве предварительной очистки перед биологической или физико-химической очисткой. Ее применяют для извлечения различных компонентов, растворенных в сточных водах, а также для дезинфекции и обесцвечивания.*

Биологическая (биотехнологическая) очистка *применяется для очистки сточных вод от растворенных органических веществ. Она основана на способности микроорганизмов использовать для питания содержащиеся в сточных водах органические вещества (углеводы, спирты, белки и т.п.). Используется для очистки бытовых и производственных сточных вод. Очистка осуществляется на полях фильтрации, полях орошения, в биологических прудах, а также в специальных установках – биологических фильтрах, аэротенках и окситенках.*

Микробиологические методы очистки воды

Методы очистки сточных вод

Классификация методов очистки сточных вод



Методы очистки сточных вод

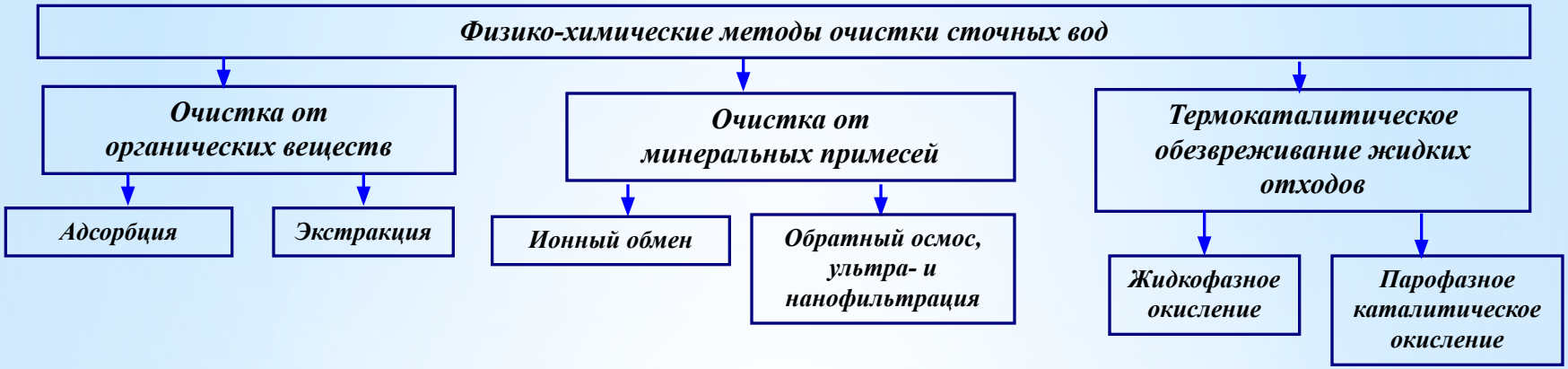
Классификация механических методов очистки сточных вод

Химические методы очистки сточных вод

Классификация химических методов очистки сточных вод

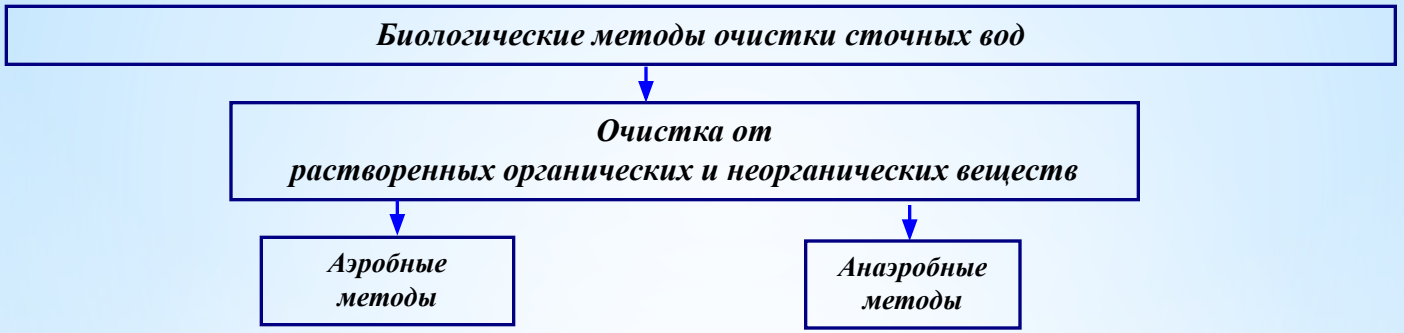
Методы очистки сточных вод

Классификация физико-химических методов очистки сточных вод



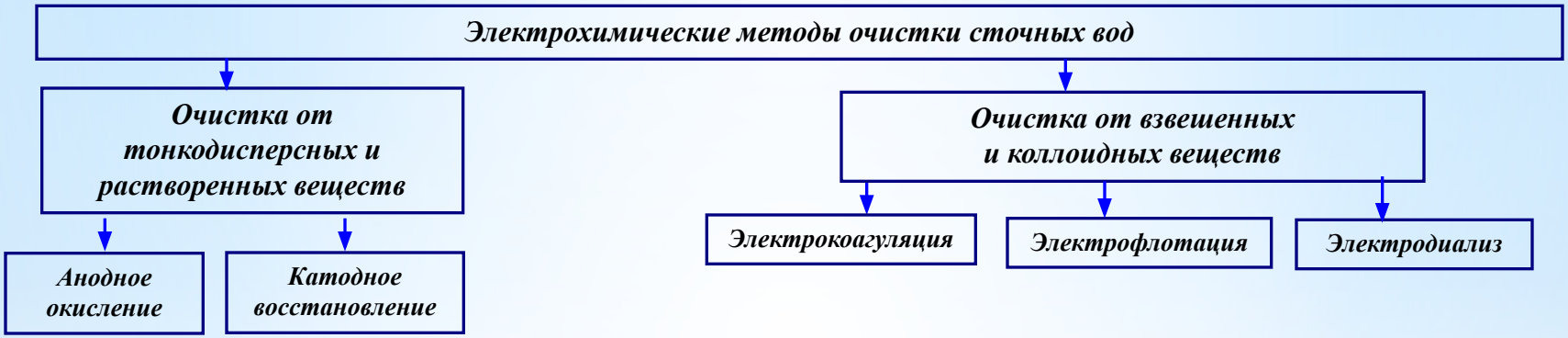
Методы очистки сточных вод

Классификация биологических методов очистки сточных вод

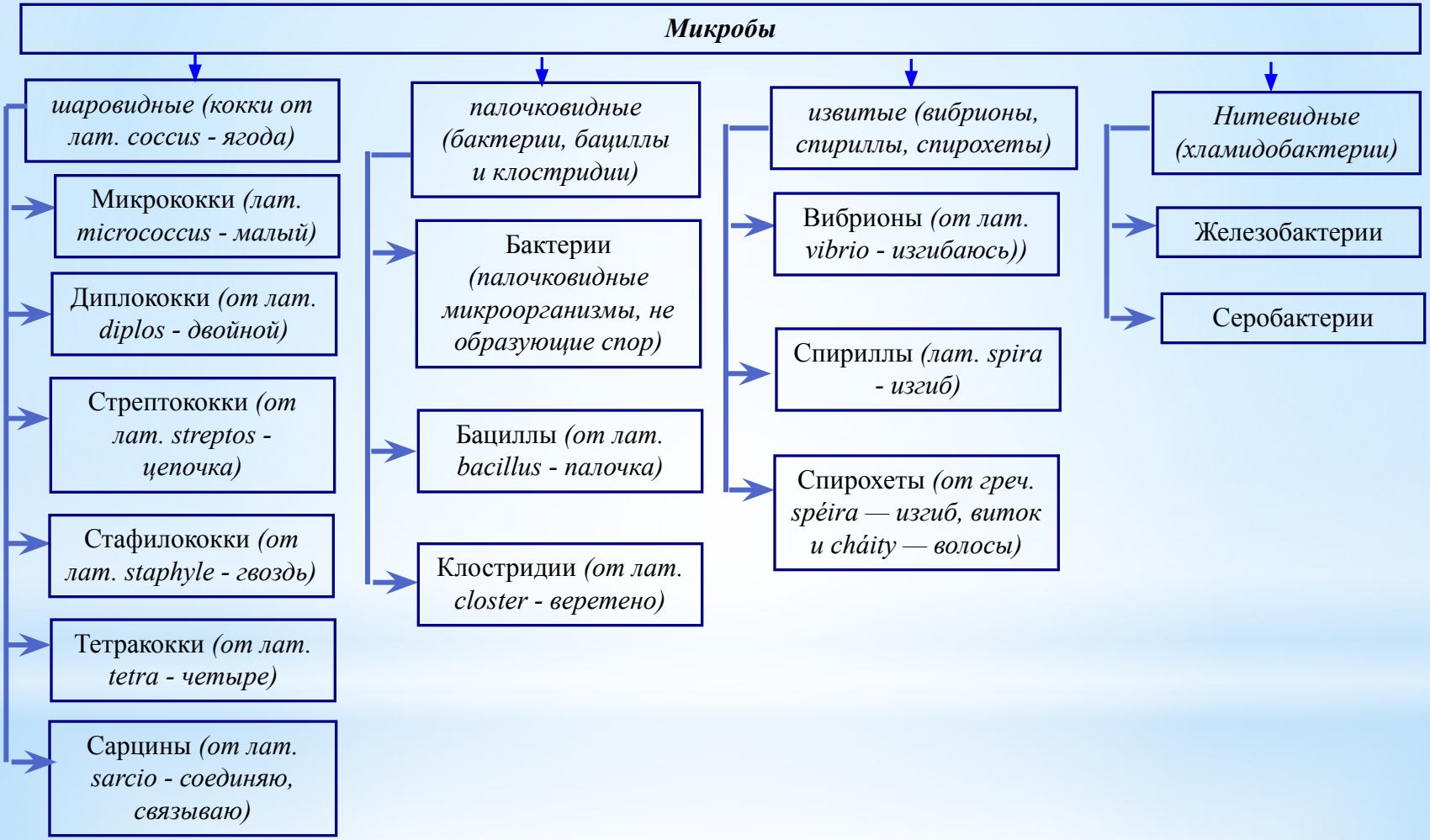


Методы очистки сточных вод

Классификация электрохимических методов очистки сточных вод



Морфология микробов



Морфология микробов. Кокки

Кокки (лат. coccus - зерно, шаровидный микроорганизм). Форма кокков разнообразна; сферическая, ланцетовидная, бобовидная, эллипсовидная.
По расположению клеток, характеру деления и биологическим свойствам кокки подразделяются на:

Микрококки - *клетки делятся в разных плоскостях и располагаются по одиночке.*
Диплококки - *клетки делятся в одной плоскости и располагаются попарно, соединенные по две особи. К ним относится бобовидный менингококк - возбудитель эпидемического менингита; бобовидный гонококк - возбудитель гонореи и бленнореи; ланцетовидный пневмококк.*
Стрептококки - *клетки делятся в одной плоскости и располагаются цепочками различной длины.*
Стафилококки - *клетки делятся в различных плоскостях, образуя неправильные скопления в виде грозди винограда.*
Тетракокки - *клетки делятся в двух взаимоперпендикулярных плоскостях и располагаются по четыре.*
Сарцины - *клетки делятся в трех взаимоперпендикулярных плоскостях и располагаются в виде тюков или пакетов по 8 или 16 клеток в каждом.*

Почти все группы кокков включают возбудителей инфекционных заболеваний.

Морфология микробов. Палочковидные

Палочковидные бактерии *- микроорганизмы, не образующие спор (кишечная, брюшнотифозная, паратифозная, дизентерийная, дифтерийная, туберкулезная).*
К группам ***бацилл*** *и* ***клостридий*** *принадлежат микробы, образующие споры (сенная, сибиреязвенная, столбнячная палочка, возбудители анаэробной инфекции).*
По внешнему виду палочковидные бактерии бывают:
- короткими (туляремийная);
- длинными с обрубленными концами (сибиреязвенная);
- с закругленными концами (кишечная палочка);
- с заостренными концами (возбудитель чумы);
- с булавовидными утолщенными концами (возбудитель дифтерии).
По взаимному расположению палочки разделяются на три подгруппы:
диплобактерии и диплобациллы - располагаются парно по длине (бактерии пневмонии, клебсиеллы);
стрептобактерии (возбудитель мягкого шанкра) и стрептобациллы (бациллы сибирской язвы) - располагаются цепочкой, иногда под углом друг к другу или крест-накрест (возбудитель дифтерии);
бактерии и бациллы, которые располагаются без определенной системы.
Некоторые виды могут образовывать ветвления в виде боковых выростов (микобактерии туберкулеза и лепры).

Морфология микробов. Извитые формы

Вибрионы *- клетки с изгибом, имеющие вид запятой (холерный вибрион).*
Спириллы *- извитые формы бактерий, имеющие изгибы с 1 или несколькими оборотами спирали (патогенный 1 вид spirillum minor - возбудитель содоку, передается через укусы крыс и грызунов).*

Патогенные микроорганизмы

"Инфекционные болезни, вызываемые патогенными бактериями, вирусами и простейшими или паразитарными агентами, представляют собой наиболее типичный и широко распространенный фактор риска для здоровья, связанный с питьевой водой" *(Всемирная организация здравоохранения. Руководство по контролю качества питьевой воды. Том 1. Рекомендации. Женева, 1993 г.)*

Патогенный организм	Опасность для здоровья	Персистент-ность в воде[1]	Устойчивость к хлору[2]	Относ. Инфиц. Доза[3]	Животное-носитель
Бактерии					
Campylobacterjejuni, 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 enterolitica	высокая	длительная	низкая	высокая (?)[4]	да
Pseudomonas aeruginosa [5]	средняя	может размножаться	средняя	высокая (?)	нет
Aeromonas spp.	средняя	может размножаться	низкая	высокая (?)	нет

Патогенные микроорганизмы

Патогенный организм	Опасность для здоровья	Персистент-ность в воде[1]	Устойчивость к хлору[2]	Относ. Инфиц. Доза[3]	Животное-носитель
Вирусы					
Adenoviruses	высокая	(?)	средняя	низкая	нет
Enteroviruses	высокая	длительная	средняя	низкая	нет
Hepatitis A	высокая	(?)	средняя	низкая	нет
Энтеровирусы гепатита A, B, гепатита E	высокая	(?)	(?)	низкая	нет
Норволк вирус	высокая	(?)	(?)	низкая	нет
Ротавирус	высокая	(?)	(?)	средняя	нет (?)
Мелкие круглые вирусы		(?)	(?)	низкая	
Простейшие					
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

[1] Срок, в течение которого микроорганизм способность сохранять жизнеспособность вне тела хозяина. В воде (при температуре 20 ºC) короткий - до 1 недели, средний - от 1 недели до 1 месяца, длительный - свыше 1 месяца.

[2] 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.

[3] Относительная инфицирующая доза - это та доза (количество) патогенных микроорганизмов этого типа, необходимая, чтобы вызвать инфекцию у 50% взрослых здоровых добровольцев.

[4] Неизвестно или неясно.

[5] Основной путь заражения - кожный контакт, но инфицирование раковых больных или людей с иммунодефицитом может происходить и при употреблении зараженной воды внутрь.

Микробиологические показатели качества воды

Показатель	Еденицы измерения	ВОЗ	USEPA	ЕС	СанПиН
Общее микробное число	CFU*	-	500	10 (при 22°С) 100 (при37°С)	50
Общие колиформные бактерии	кол-во в 100мл	Отсутствие	5%[1)]	Отсутствие	Отсутствие
Термотолерантные колиформные бактерии	кол-во в 100мл	Отсутствие	-	Отсутствие	Отсутствие
Фекальные стрептококки	кол-во в 100мл	-	-	Отсутствие	-
Колифаги	БОЕ** в 100мл	-	-	-	Отсутствие
Споры клостридий	в 20 мл	-	-	< 1	Отсутствие
Цисты лямблий	в 50 мл	-	Отсутствие	-	Отсутствие

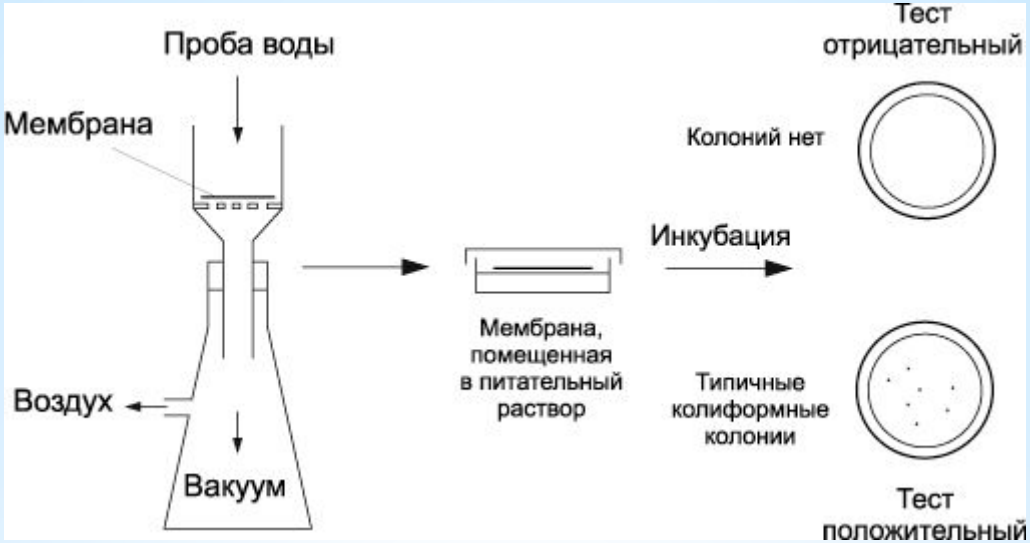
* *Количество колонии образующих бактерий*

** *Бляшкообразующие единицы*

[1)] *Наличие колиформных бактерий допускается не более, чем в 5% проб, взятых за месяц.*

При количестве проб в месяц меньше 40 наличие колиформных бактерий не допускается. Все пробы, в которых обнаружены колиформные бактерии, необходимо проверить на наличие термотолерантных колиформных бактерий. Присутствие последних не допускается.

Общее микробное число



В связи с тем, что определение патогенных бактерий при биологическом анализе воды представляет собой непростую и трудоемкую задачу, в качестве критерия бактериологической загрязненности используют подсчет общего числа образующих колонии бактерий (Colony forming Units - CFU) в 1 мл воды. Полученное значение называют общим микробным числом.

В основном для выделения бактерий и подсчета общего микробного числа используют метод фильтрации через мембрану.

При этом методе анализа определенное количество воды пропускается через специальную мембрану с размером пор порядка 0.45 мкм. В результате, на поверхности мембраны остаются все находящиеся в воде бактерии. После чего мембрану с бактериями помещают на определенное время в специальную питательную среду при температуре 30-37 °С.

Во время этого периода, называемого инкубационным, бактерии получают возможность размножиться и образовать хорошо различимые колонии, которые уже легко поддаются подсчету.

Общее колиформные бактерии

Колиформные организмы являются удобными микробными индикаторами качества питьевой воды и в этом качестве применяются уже много лет. Связано это, в первую очередь, с тем, что они легко поддаются обнаружению и количественному подсчету.

Термин "Колиформные организмы" (или "колиформные бактерии") относится к классу граммотрицательных бактерий, имеющих форму палочек, в основном живущих и размножающихся в нижнем отделе пищеварительного тракта человека и большинства теплокровных животных (например, домашнего скота и водоплавающих птиц) и способных ферментировать лактозу при 35-37 ^{o}C с образованием кислоты, газа и альдегида. В воду попадают, как правило, с фекальными стоками и способны выживать в ней в течение нескольких недель, хотя и лишены (в подавляющем большинстве) способности к размножению.

Исследования последних лет показывают, что наряду с традиционно относимыми к этому классу бактериями *Escherichia* (или *E.Coli*), *Citrobacter*, *Enterobacte*r и *Klebsiella* (для которых справедливо все вышесказанное), к этому типу относятся и такие ферментирующие лактозу бактерии, как *Enterobacter cloasae* и *Citrobadter freundii*. Последние можно обнаружить не только в фекалиях, но и в окружающей среде (богатые питательные воды, почва, разлагающиеся растительные материалы и т.п.), а также в питьевой воде с относительно высокой концентрацией питательных веществ. Кроме того, сюда же относятся и виды, которые редко или совсем не обнаруживаются в фекалиях и могут размножаться в воде достаточно хорошего качества.

Вышесказанное означает, что возможности применения этой группы в качестве индикатора фекального загрязнения вод ограничено. Тем не менее, хотя колиформные организмы не всегда напрямую связаны с наличием в воде патогенных агентов, колиформный тест вполне применим для контроля микробиологического качества очистки воды, подаваемой в системы водоснабжения.

Согласно рекомендациям ВОЗ, колиформные бактерии не должны обнаруживаться в системах водоснабжения с подготовленной водой. Допускается случайное попадание колиформных организмов в распределительной системе, но не более чем в 5% проб, отобранных в течение любого 12-месячного периода при условии отсутствия *E.Coli.* Присустствие же колиформных организмов в воде свидетельствует о ее недостаточной очистке, вторичном загрязнении или о наличии в воде избыточного количества питательных веществ. При их обнаружении обязательным является тест на наличие термотолерантных колиформных бактерий (и/или *E.Coli*).

Термотолерантные колиформные бактерии

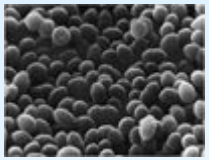
Бактерии этого типа представляют собой группу колиформных организмов, способных ферментировать лактозу при 44 - 45 ºС и включают род Escherichia (более известный как *E.Coli*) и в меньшей степени отдельные виды *Klebsiella*, *Enterobacter* и *Citrobacter*.

Термотолерантные колиформные бактерии поддаются быстрому обнаружению и поэтому играют важную вторичную роль при оценке эффективности очистки воды от фекальных бактерий. Более точным индикатором служит именно *E.Coli* (кишечная палочка), так как источником некоторых других термотолерантных колиформ могут служить не только фекальные воды. Именно поэтому часто используемый термин "фекальные колиформы" некорректен и ВОЗ не рекомендует им пользоваться применительно к термотолерантным колиформным микроорганизмам.

Однако полная идентификация *E.Coli* слишком сложна для рутинных исследований. В то же время общая концентрация термотолерантных колиформ в большинстве случаев прямо пропорциональна концентрации *E.Coli*, а их вторичный рост в распределительной сети маловероятен (за исключением случаев наличия в воде достаточного количества питательных веществ, при температуре выше 13ºС и отсутствии остаточного хлора). Все это делает использование термотолерантных колиформных бактерий в качестве индикатора загрязнения воды весьма практичным.

ВОЗ рекомендует национальным контрольным лабораториям производить точное определение *E.Coli* в случаях обнаружения большого количества термотолерантных бактерий (при отсутствии санитарных аварий), либо, наоборот, в условиях, когда возможности комплексных микробиологических исследований ограничены.

Фекальные стрептококки



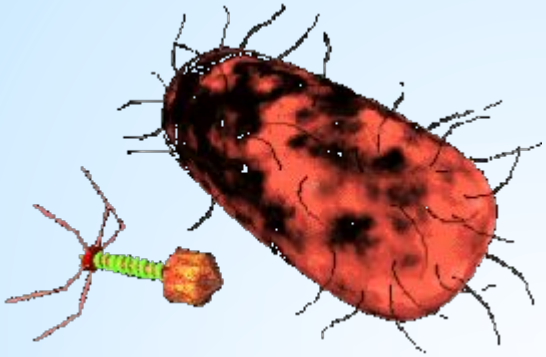
Термин "фекальные стрептококки" относится к тем стрептококкам, которые обычно присутствуют в экскрементах человека и животных. Стрептококки этого типа характеризуются наличием антигена группы D и относятся к родам *Enterococcus* и*Streptococcus*. Род *Enterococcus* включает стрептококки, обладающие высокой переносимостью по отношению к неблагоприятным условиям развития. Этот род включает следующие виды:*E.avium, E.casseliflavus, E.cecorum, E.durans, E.faecalis, E.faecium, E.gallinarum, E.hirae, E.malodoratus, E.munditiuse* и *E.solitarius*.

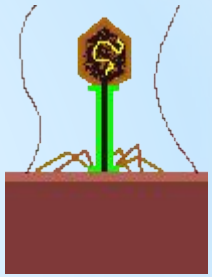
В основном эти виды фекального происхождения, и в большинстве случаев могут рассматриваться как специфические индикаторы загрязнения воды фекалиями человека. Однако их можно выделить и из фекалий животных, а некоторые виды и подвиды встречаются главным образом на растительном материале.

У рода *Streptococcus* только виды *S.bovis* и *S.equines* обладают антигеном группы D и входят в группу фекальных стрептококков. Источником их происхождения служат в основном фекалии животных.

Фекальные стрептококки редко размножаются в загрязненной воде и поэтому могут использоваться при исследовании качества воды как дополнительный индикатор эффективности очистки воды. Кроме того, стрептококки имеют высокую устойчивость к высушиванию и могут быть полезны для рутинного контроля после прокладки новых водопроводных магистралей или ремонта распределительной сети, а также для обнаружения загрязнения поверхностными стоками подземных или поверхностных вод.

Колифаги





Колифаги - это разновидность бактериофагов (вирусов бактерий, заражающих бактериальную клетку, размножающихся в ней и часто вызывающих ее гибель), для которых "хозяевами" (а скорее жертвами) являются колиформные бактерии.

Бактериофаги предложены как индикаторы качества воды из-за своего сходства с кишечными вирусами (энтеровирусами) человека и легкости обнаружения в воде. По данным ВОЗ наиболее широко изучены две группы: соматические колифаги, которые инфицируют штаммы организма - хозяина (*E.Coli*) через рецепторы клеточных стенок; и F-специфические РНК-бактериофаги, которые инфицируют штаммы *E.Coli* и родственные бактерии.

Ни одна из этих групп не встречается в большом количестве в свежих фекалиях человека или животных, но они широко распространены в сточных водах. Они важны как индикаторы загрязнения стоков и в связи с их большей персистентностью (способностью сохранять жизнеспособность вне тела "хозяина") по сравнению с бактериальными индикаторами и поэтому их наличие или отсутствие в воде может служить дополнительным критерием эффективности охраны грунтовых вод и их очистки.

Сульфитредуцирующие клостридии

Эти анаэробные спорообразующие микроорганизмы, наиболее характерным из которых является *Clostridium perfringens*, обычно присутствуют в фекалиях, хотя и в значительно меньших количествах, чем *E.Coli*. Однако они могут быть не только фекального происхождения и появляются в воде также и из других источников. Споры клостридий способны существовать в воде значительно дольше, чем колиформные организмы и они более устойчивы к обеззараживанию. Их присутствие в прошедшей дезинфекцию воде может указывать на ее недостаточную очистку и, следовательно, на то, что устойчивые к обеззараживанию патогенные микроорганизмы могли не погибнуть.

Из-за своей способность к длительному присутствию в воде сульфитредуцирующие клостридии лучше всего подходят для обнаружения периодического или давнего загрязнения.

С другой стороны, именно в силу того, что клостридии имеют тенденцию к выживанию и накапливанию в воде, они могут обнаруживаться намного позднее и дальше от места загрязнения, что может усложнить интерпретацию результатов биологического исследования качества воды.

Именно поэтому, не смотря на свое особое значение, тест на сульфитредуцирующие клостридии не включен Всемирной Организацией Здравоохранения в обязательный перечень для рутинного контроля распределительных систем. Тем не менее, этот параметр контролируется российскими санитарными нормами.

Giardia Cyst

Сульфитредуцирующие клостридии

Лямблия - это простейший одноклеточный микроорганизм семейства *Giardia lamblia* (синонимы*Giardia intestinalis* и *Giardia duodenalis*, в России традиционно используется название *Lamblia intestinalis*). Лямблия существует в двух отдельных морфологических формах: цисты (статическая форма) и трофозоиты (свободно живущая форма). В организм хозяина (человека или животного) цисты попадают оральным путем. В пищевом тракте цисты начинают преобразование в трофозоиты, которые начинают делиться и быстро колонизируют слизистую поверхность тонкой кишки. В организме хозяина происходит также обратный процесс - инцистирование или превращение трофозоита в цисту. Цисты не имеют на поверхностной мембране участков прикрепления к слизистой оболочке, поэтому практически сразу же выходят в толстую кишку и выводятся с фекалиями. Полный цикл завершается высвобождением из организма-хозяина цист, которые во внешней среде, в том числе в воде, остаются жизнеспособными длительное время. Они устойчивы к кислотам, щелочам, веществам, содержащим активный хлор, и полностью инактивируются лишь при кипячении в течение не менее 20 минут.

Цисты лямблий (*Gardia Lamblia Cyst*) имеют овальную форму и размер 8-14 мкм в длину и 7-10 мкм в ширину. Gardia является одним из самых распространенных паразитом животных, опасным также и для человека. У последнего *Giardia lamblia* вызывает возникновение болезни - лямблиоза, сопровождающуюся кишечным растройством. Несмотря на то, что цисты лямблий распространяются в основном через почву, лямбиоз остается одной из основных болезней, связанных с водой. Так, в США из 502 случаев инфекций, вызванных употребление некачественной воды и зафиксированных с 1980 по 1985 год, 52% были вызваны именно *Giardia lamblia*.

Именно в силу вышеназванных причин нормами российского СанПиН и американского Агентства по Охране Окружающей Среды (USEPA) предусматривается полное отсутствие этих микроорганизмов в питьевой воде. Отсутствие в воде цист лямблий является важным показателем того, что вода очищена от целого ряда других простейших, таких как покоящиеся стадии (ооцисты) *Cryptosporidium*, амеб, а также энтеровирусов. Все перечисленные организмы обладают более высокой устойчивостью к обеззараживанию, чем колиформные и термотолератные колиформные организмы (*E.Coli*) и поэтому отсутствие в воде последних не является гарантией микробиологической безопасности воды. Такую косвенную гарантию и дает отсутствие в воде цист лямблий.