

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра общей гигиены, экологии и радиационной медицины

С. В. КЛИМОВИЧ, Л. П. МАМЧИЦ,
В. Н. БОРТНОВСКИЙ

САНИТАРНАЯ ОХРАНА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Учебно-методическое пособие для студентов,
обучающихся по специальности
«Медико-профилактическое дело»

Гомель
ГГМУ
2009

УДК 614.777(075.8)

ББК 51.203

К 49

Рецензент —

заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения
Гомельского государственного медицинского университета,
доктор медицинских наук, профессор ***Т. М. Шаршакова***

Климович, С. В.

К 49 Санитарная охрана поверхностных вод от загрязнения: учеб.-метод.
пособие для студентов, обучающихся по специальности «Медико-профи-
лактическое дело» / С. В. Климович, Л. П. Мамчиц, В. Н. Бортновский. —
Гомель: учреждение образования «Гомельский государственный меди-
цинский университет», 2009. — 52 с.

ISBN 978-985-506-246-3

Предназначено для проведения практических занятий по коммунальной ги-
giene по разделу «Санитарная охрана поверхностных вод от загрязнения» в выс-
ших медицинских учреждениях образования Республики Беларусь.

Утверждено и рекомендовано Центральным учебным научно-методическим
Советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский
университет» 20 мая 2009 г., протокол № 6.

УДК 614.777(075.8)

ББК 51.203

ISBN 978-985-506-246-3

© Учреждение образования
«Гомельский государственный
медицинский университет», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Санитарная охрана водных объектов от загрязнения — одна из актуальных проблем в деятельности санитарно-эпидемиологической службы.

Водные объекты используются в целях питьевого, хозяйственно-бытового водоснабжения, для купания, занятий спортом, отдыха, в лечебных целях и т. д. В соответствии с Законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» водные объекты не должны являться источниками физических, химических и биологических факторов вредного воздействия на человека.

Основными источниками загрязнения водных объектов являются промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды, дренажные воды с орошаемых земель, сточные воды животноводческих комплексов, организованный и неорганизованный поверхностный сток с территорий застройки, промышленных площадок и сельскохозяйственных угодий, водный транспорт и др.

Степень влияния сточных вод на водоем зависит от характера сбрасываемых загрязнителей, их количественного соотношения. Сами по себе сточные воды, особенно недостаточно очищенные, имеют выраженный токсический эффект, что отрицательно сказывается на здоровье людей, и могут послужить причиной возникновения различного рода инфекционных и неинфекционных заболеваний. Попадая в организм людей с питьевой водой, многие ядовитые металлы и их органические соединения, например, свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, содержащиеся в сточных водах предприятий, могут вызвать отравление людей, преимущественно хроническое.

В условиях усиления антропогенного воздействия на водосборные площади возрастает негативное влияние сточных вод на водные объекты, особенно неорганизованного стока. В связи с этим возникает необходимость поиска более эффективных водоохраных мероприятий, в основу которых должно быть положено полное очищение или максимально возможное уменьшение степени загрязнения водоемов и водотоков и полное прекращение сброса неочищенных стоков в водоисточники.

Поэтому для осуществления эффективного санитарно-эпидемиологического надзора в области санитарной охраны водных объектов врач-гигиенист должен иметь достаточно глубокие знания касательно данной проблемы, а также четкие критерии, которые позволят ему определить пределы антропогенного и техногенного воздействия на водный объект и разработать комплекс необходимых водоохраных мероприятий.

ЭТАПЫ И МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Мотивационная характеристика темы

Санитарная охрана водных объектов является одной из важнейших задач специалистов в области коммунальной гигиены. Врач-гигиенист в области коммунальной гигиены должен знать этапы и методы очистки городских сточных вод, условия выпуска сточных вод в водоем. Специалист должен уметь оценить выполнение мероприятий по охране водных объектов от загрязнения, оценить схему очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод и эффективность работы отдельных сооружений, пользуясь в своей работе действующими нормативно-правовыми актами в области санитарной охраны водных объектов.

Целью занятия является освоение методики санитарного обследования сооружений по механической и биологической очистке сточных вод и отбора проб сточной жидкости для лабораторного анализа.

Задачи:

1. Изучить схему очистки сточных городских вод, этапы механической и биологической очистки, их последовательность.
2. Изучить типы сооружений для механической и биологической очистки и обеззараживания сточных вод.
3. Изучить условия применения сооружений по очистке сточных вод, оценку эффективности их работы.

Требования к исходному уровню знаний

Для полного освоения темы студенту необходимо повторить следующие вопросы:

- 1) «общие закономерности развития жизни, взаимодействия с окружающей средой» (медицинская биология);
- 2) «адаптация человека к условиям внешней среды» (нормальная физиология человека);
- 3) «микробиологические методы исследования воды» (микробиология, вирусология и иммунология);
- 4) «гигиеническое нормирование факторов среды обитания» (общая гигиена).

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Какую роль играет вода в распространении инфекционных заболеваний?
2. Какие показатели качества воды вы знаете?
3. Какие мероприятия проводятся по охране поверхностных вод от загрязнения?
4. Какие существуют источники загрязнения воды водных объектов?
5. Какие формы санитарного надзора используются при санитарной охране водных объектов?

Контрольные вопросы по теме занятия

1. Этапы очистки сточных городских вод.
2. Механическая очистка сточных вод, типы сооружений, их характеристика, оценка эффективности.
3. Биологическая очистка сточных вод, типы сооружений, их характеристика и назначение, оценка эффективности работы.
4. Применение лабораторных методов исследования сточной воды, требования к отбору проб.

Учебный материал

Вода хозяйственно-питьевого водопровода после использования ее в быту поступает через санитарно-технические устройства (раковины, ванны, унитазы, писсуары и пр.) в канализационную сеть. Каждый из приемников снабжен сифоном (гидравлический затвор, предохраняющий помещения от попадания в них газов из канализационной сети). Из внутренней канализационной сети сточные воды поступают в наружную канализационную сеть, представляющую собой разветвленную систему труб, каналов, собирающих и отводящих сточные воды самотеком к насосной станции или к очистным сооружениям.

Наружная сеть в пределах микрорайона называется внутриквартальной. Внутриквартальные сети объединяются уличной канализационной сетью в бассейны канализования, из которых сточные воды отводятся на очистные сооружения коллекторами. К коллекторам присоединяются и канализационные сети промышленных предприятий, расположенных на территории населенного пункта и не имеющих собственных выпусков в водный объект.

Как правило, движение городских сточных вод со всей территории населенного пункта до выпуска их после очистки в водоем происходит самотеком (самотечная система). При невозможности достижения самотека из-за особенностей рельефа территории населенного пункта устраивают насосные станции перекачки, которые подают сточные воды по напорным коллекторам на возвышенные точки рельефа, в самотечные коллекторы (самотечно-напорная система).

Кроме бытовых сточных вод, с территории населенного пункта необходимо отведение атмосферных (дождевых, талых) и поливочных вод. В зависимости от взаимоотношения бытовой и дождевой сетей различают следующие основные системы канализации: раздельную (полную или неполную), полураздельную и общесплавную.

Полная раздельная система состоит из двух самостоятельных подземных сетей — бытовой и дождевой. При *неполной раздельной системе* бытовые сточные воды отводятся по подземной сети, а атмосферные — по сети открытых лотков, кюветов и канав.

Полураздельная система состоит из двух сетей, объединенных общим главным коллектором. Подключение дождевой сети к главному коллекто-

ру производится через специальные разделительные камеры, в которых сток от дождей умеренной интенсивности направляется в главный коллектор, а при сильных дождях часть стока сбрасывается в ближайший водоем.

При *общесплавной системе* все бытовые и дождевые воды отводятся по одной подземной сети на очистные сооружения для совместной очистки. Для разгрузки общесплавной сети при сильных дождях на ней устраивают также разделительные камеры-ливнеспуски, через которые при возникновении большого расхода часть его без очистки сбрасывается в ближайший водоем. При этом в водоем без очистки поступает не дождевая вода, как в полураздельной системе, а смесь бытовых, производственных и дождевых сточных вод.

Из городской канализационной сети сточные воды по главному коллектору поступают на городские очистные сооружения.

Очистка сточных вод — обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ.

Очистка городских сточных вод не решает радикально вопрос защиты водных объектов, однако с ее помощью можно предотвратить попадание в водные объекты до 85–90 % загрязнителей. Очистка создает предпосылки для эффективного обеззараживания городских сточных вод, в результате которого они становятся эпидемически безопасными.

Задачи, стоящие при очистке городских сточных вод, сводятся к следующему:

- освобождение сточной жидкости от взвешенных минеральных и органических веществ (механическая очистка);
- освобождение от растворенных и коллоидных органических веществ (биологическая очистка);
- освобождение от патогенной микрофлоры (обеззараживание или дезинфекция);
- обезвреживание и утилизация осадка (рисунок 1).

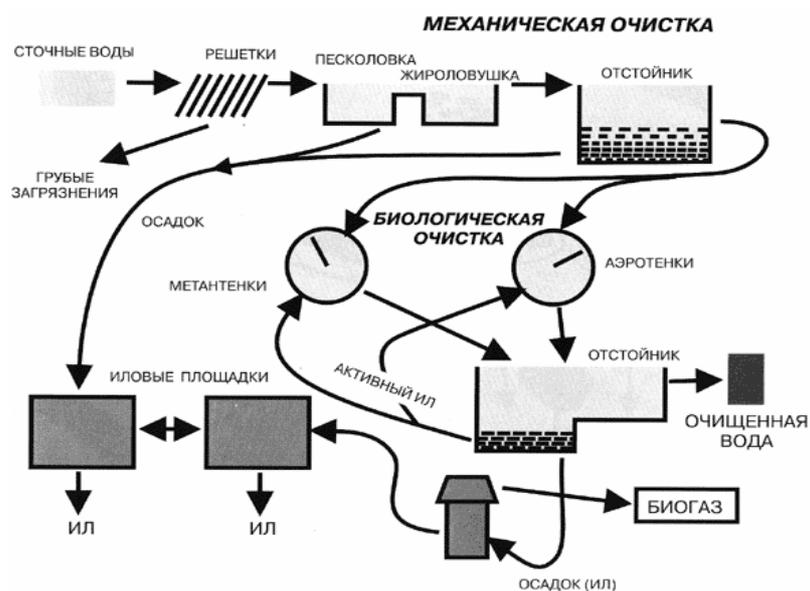


Рисунок 1 — Схема очистки сточных вод

Механическая очистка. Первым сооружением механической очистки является **решетка**. Она служит для задержания крупных отбросов — тряпок, бумаги, ваты и т. п., мешающих работе последующих сооружений. Решетка представляет собой ряд параллельных металлических прутьев, скрепленных вместе и поставленных вертикально в коллекторе, подводящем воду к очистным сооружениям. Просветы между прутьями 16–30 мм. Удаление накопившихся на решетках отбросов на станциях производительностью более 10 000 м³ сточной жидкости в сутки производится механическими граблями. Далее отбросы гидротранспортом подаются в дробилку. Измельченная масса из дробилки поступает в ток жидкости перед решеткой.

На небольших станциях отбросы собирают с решетки вручную вилами в контейнеры и вывозят на свалку.

Песколовки предназначены для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей, главным образом песка. Они представляют собой отстойники, скорость движения жидкости в которых рассчитана таким образом, чтобы могли осесть тяжелые частицы, а легкий осадок органического происхождения оказался вынесенным далее. Конструктивно различают горизонтальные песколовки с прямолинейным движением воды и вертикальные — с круговым движением воды. Расчетная эффективность осаждения песка — 65 %. Песок из песколовки каким-либо приспособлением (эрлифт, шнековый или ковшовый элеватор) подается в бункер, из которого вывозится автомашиной. Песок может использоваться для заполнения оврагов при вертикальной планировке территории.

В настоящее время получают распространение аэрируемые песколовки, в которые через дно поступает сжатый воздух. Это способствует отмывке песка от хлопьев органической взвеси.

Горизонтальные песколовки отличаются простотой устройства и высокой эффективностью. Вертикальные песколовки более компактны. Они также достаточно эффективны, так как кроме силы тяжести, на оседание песка влияют еще и центробежные силы. Единственным преимуществом вертикальных песколовок является их компактность, однако они не оправдали себя, так как их строительный объем в несколько раз больше, чем у горизонтальных песколовок; мелкие фракции песка в них не задерживаются.

После песколовки в сточной жидкости остается основная масса нерастворенных взвешенных веществ, преимущественно органического происхождения. Для их удаления используются **отстойники**. Отстойники, в которые поступает сточная вода до биологической очистки, называются первичными.

В отличие от минеральных частиц, имеющих зернистую форму, органические частицы состоят из хлопьев различной конфигурации с низкой относительной плотностью. Процесс осаждения таких частиц весьма сложен. С одной стороны, при осаждении наблюдается слипание частиц, сопровождающееся увеличением размера и массы (агломерация), вследствие чего повышается ско-

рость их осаждения. В то же время в токе жидкости наблюдаются процессы дробления частиц, что замедляет осаждение. Насыщение хлопьев газами, выделяющимися из воды, приводит к их всплыванию на поверхность отстойника.

По конструкции отстойники делятся на горизонтальные и вертикальные. Частным случаем горизонтальных отстойников является радиальный отстойник.

Горизонтальный отстойник представляет собой прямоугольный резервуар с отношением ширины к длине не менее 1 : 4 и глубиной до 4 м. Сточные воды по каналу подводятся к торцовой стенке отстойника, где при помощи поперечного лотка с водосливом равномерно распределяются по ширине отстойника. С противоположной стороны сооружения устраивается такой же водослив для сбора осветленной жидкости. Сбор осадка в приямок в горизонтальном отстойнике производится с помощью механических приспособлений — илоскребов различных конструкций.

Радиальные отстойники — круглые, диаметром от 16 до 40 м, иногда до 60 м. Глубина их составляет 0,1 диаметра. Сточная жидкость подается в центр сооружения, а осветленная вода собирается круговым лотком. Особенностью гидродинамики радиальных отстойников является разность скоростей течения в центре и на периферии, что способствует более полному осаждению осадка.

Вертикальные отстойники — круглые цилиндрические резервуары диаметром до 10 м с дном в виде опрокинутого конуса. Сточная жидкость подается по лотку в центральную трубу сооружения. Достигнув отражательного щита, поток сточных вод изменяет направление с вертикального нисходящего на горизонтальное, а затем на вертикальное восходящее.

Осаждение взвешенных веществ происходит при восходящем движении жидкости. В осадок выпадает взвесь, имеющая гидравлическую характеристику большую, чем скорость восходящего потока. Частицы с гидравлической характеристикой, равной восходящей скорости, находясь во взвешенном состоянии, агломерируются друг с другом. При этом их гидравлическая характеристика возрастает, и они также со временем оседают. Частицы с гидравлической характеристикой меньшей, чем скорость восходящего потока, выносятся из отстойника.

Преимуществами горизонтальных отстойников являются высокий процент осветления (до 50) и устойчивость в работе (рисунок 2). Небольшая глубина позволяет строить горизонтальные отстойники при высоком уровне грунтовых вод. Недостатками горизонтальных отстойников являются сложность и малая надежность скребкового механизма для сбора осадка.

Радиальные отстойники рекомендуются устанавливать на станциях производительностью свыше 20 000 м³ сточной воды в сутки. Они обеспечивают такую же эффективность работы, как и горизонтальные, но только при постоянном режиме поступления сточной жидкости. В результате поступления в разные часы суток сточной жидкости с различной плотностью, зависящей от температуры воды, концентрации взвеси и т. д., образуются вихревые течения, как на глубине, так и на поверхности, ухудшающие условия отстаивания.



Рисунок 2 — Станция очистки сточных вод

Вертикальные отстойники сооружаются на станциях производительностью до 20 000 м³ сточной воды в сутки. Они занимают небольшую площадь и удобны в эксплуатации, так как не имеют механических илоскребов. Однако эффект осветления низкий: до 30 % по взвешенным веществам. Большая глубина вертикальных отстойников (7–9 м) при ограниченном диаметре повышает строительную стоимость сооружений.

Остаточное содержание взвешенных веществ в сточной жидкости, направляемой на сооружения биологической очистки, не должно превышать 150 мг/л. Нарушение этого правила может привести к заиливанию и выходу из строя биофильтров, увеличению времени аэрации и расхода воздуха в аэротенках.

Расчетная эффективность первичных отстойников не более 60 %; на практике же удается задержать лишь 30–50% взвешенных веществ. Следовательно, при исходной концентрации взвешенных веществ выше 250–350 мг/л трудно достигнуть требуемого эффекта осветления в первичных отстойниках. Существует ряд приемов, позволяющих повысить их эффективность.

1. Предварительная аэрация. В емкостях, устанавливаемых перед первичными отстойниками, сточную жидкость продувают воздухом — аэрируют. При этом происходит флокуляция коллоидных веществ, частицы взвеси укрупняются и более плотно оседают в отстойниках. Применение предварительной аэрации позволяет повысить эффективность работы отстойников на 5–8 %. Однако при движении жидкости из преаэратора в отстойник часть крупных хлопьев разрушается.

2. Биокоагуляция. Первичный вертикальный отстойник со встроенным преаэратором получил название биокоагулятора. Кроме воздуха, в биокоагулятор подается активный ил. В биокоагуляторе происходит адсорбция хлопьями активного ила тонкодисперсной взвеси и коллоидов и

частичное окисление адсорбированных веществ. Эффект осветления достигает 65–75 %. Кроме того, биокоагуляция снижает БПК сточной жидкости на 25–35 %, а также содержание ионов тяжелых металлов.

Биологическая очистка. Основной целью биологической очистки городских сточных вод являются распад и минерализация органических веществ, находящихся в коллоидном и растворенном состоянии. Эти вещества не могут быть удалены из стоков механическим путем. В случае поступления в водоем они могут создать в нем дефицит кислорода, а иногда вызывают развитие анаэробных процессов, гниение, вследствие чего становится невозможным использование водоема для различных нужд народного хозяйства, в том числе для хозяйственно-бытовых целей. С гигиенической точки зрения полная минерализация всей органики сточных вод не является необходимой. Задача биологической очистки городских сточных вод состоит в том, чтобы добиться минерализации органических веществ до такой степени, при которой сточные воды можно было бы сбросить в водный объект, не нарушая его биоценоза.

Распад и минерализация органических веществ при биологической очистке сточных вод происходят так же, как и в естественных условиях, в почве и водной среде, за счет жизнедеятельности сапрофитной микрофлоры, ее биохимических, ферментативных процессов. Освобождение сточных вод от органических веществ протекает в две фазы.

Первая — фаза сорбции. В основе ее лежат физико-химические процессы адсорбции органических веществ и коллоидов поверхностью микробной клетки.

Вторая фаза — последовательное окисление растворенных адсорбированных органических веществ, в основе которого лежат собственно биологические процессы усвоения микробами органических веществ в качестве пластического и энергетического материала.

Распад органических соединений разных классов происходит в определенной последовательности и с различной скоростью. Разложение углеводов до углекислого газа и воды идет чрезвычайно быстро, в течение нескольких часов. Медленнее протекают процессы окисления жиров.

Процесс нитрификации связан с потреблением большого количества кислорода, что должно учитываться при организации очистки. Нитрификация — процесс экзотермический, что значительно облегчает эксплуатацию очистных сооружений в зимнее время. Нитрификацию следует рассматривать не только как минерализацию азотистых органических шлаков, но и как процесс накопления связанного кислорода в воде. При условиях дефицита кислорода в водном объекте связанный кислород может быть мобилизован в процессе денитрификации.

Описанные процессы минерализации происходят в естественных условиях в почве и водных объектах и являются основой самоочищения. В условиях урбанизации существует необходимость в создании различных искусственных сооружений для биологической очистки сточных вод. Техническая организа-

ция процесса биологической очистки основана на моделировании условий, в которых биохимический распад органического вещества происходит в природе. По этому принципу приемы и сооружения биологической очистки могут быть разделены на две группы — моделирующие процесс в почвенных условиях и в водной среде. Исторически более ранними были сооружения, основанные на моделировании процессов биохимического окисления в почве.

Поля фильтрации. Специально спланированные участки земли, на которых производится распределение и фильтрация через почву сточных вод. Коммунальные поля орошения наряду с очисткой используются для выращивания сельскохозяйственных культур. Однако и для полей орошения основной задачей остается очистка сточных вод.

Эффект очистки сточных вод достигается за счет жизнедеятельности микрофлоры, населяющей почву. Количество бактерий в 1 г почвы составляет сотни тысяч, а в некоторых почвах — до миллиарда. При орошении сточной водой, приносящей обилие питательного субстрата, увлажнение и обогрев, создаются условия для интенсивного размножения и повышения уровня обменных реакций почвенного биоценоза. Каждая структурная единица почвы на полях оказывается покрытой сплошным слоем микрофлоры — так называемой биологической пленкой.

На поверхности биологической пленки адсорбируются и минерализуются растворенные и коллоидные вещества сточной жидкости. Сорбционная поверхность такой пленки огромна: десятки и сотни тысяч квадратных метров на 1 м³ верхнего, наиболее активного, 20-сантиметрового слоя почвы. Минерализация органического вещества восстанавливает адсорбционную поверхность биологической пленки. Израсходованный на процессы окисления кислород возмещается из атмосферы за счет проникновения его в поры почвы. Для успешного хода очистки на полях необходимо соблюдение двух условий — обеспечение аэробного характера процесса и соответствие количества сточной жидкости, подаваемой на поля, их окислительной способности.

Представляет интерес распределение загрязнений, приносимых со сточными водами, по глубине. В верхнем 10-сантиметровом слое задерживаются яйца гельминтов. Лишь отдельные экземпляры находили на глубине до 30 см, только в песчаных почвах. Микробное загрязнение поглощается в слое высотой 25–30 см. Минерализация органического вещества в основном происходит в полуметровом слое. В той или иной степени в очистке сточных вод участвует слой грунта в 1,5–2 м.

Общее количество бактерий снижается с миллионов до десятков тысяч в 1 мл, или на 95–99 %, индекс кишечной палочки — с тысяч до единиц, полностью исчезает патогенная микрофлора. Биохимическая потребность в кислороде снижается до величин, допустимых в открытых водоемах. Для небольших поселков, малых городов устройство полей орошения и фильтрации целесообразно, учитывая сравнительную простоту их устройства и эксплуатации. Рекомендовать поля орошения для отдельно

стоящих объектов в неканализованной местности (санатории, дома отдыха) не следует из-за трудности обеспечения их обслуживающим персоналом. В настоящее время имеются установки для биологической очистки сточных вод неканализованных зданий (коттеджей) (рисунок 3).

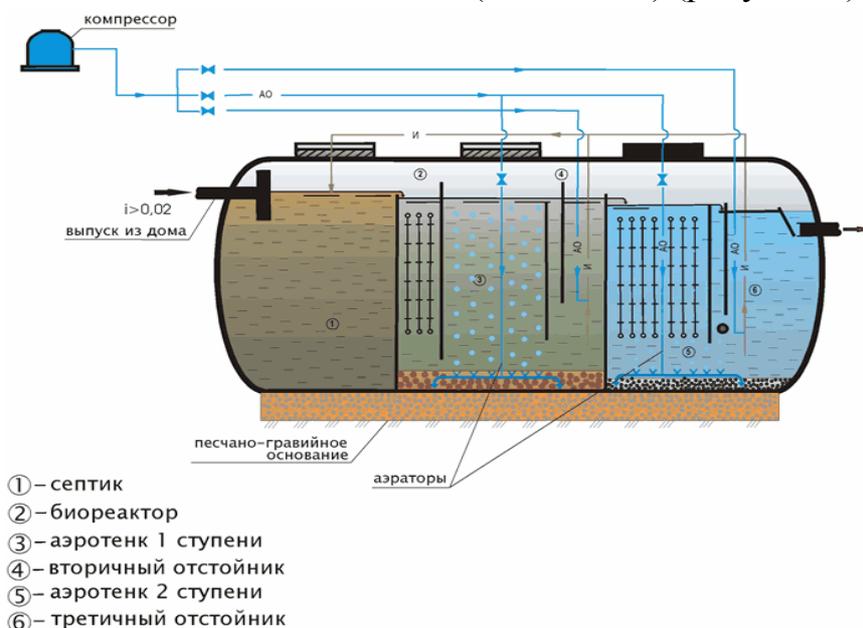


Рисунок 3 — Схема биологической очистки сточных вод для неканализованных зданий (коттеджей)

Высокие удобрительные свойства сточной жидкости и потребность в воде овощных хозяйств, расположенных вблизи больших городов, вызвали к жизни еще один почвенный метод очистки бытовых стоков — земледельческие поля орошения (ЗПО). Основной задачей земледельческих полей орошения является выращивание огородных или кормовых культур, сеяных трав. ЗПО могут быть круглогодичного или сезонного действия. При круглогодичном действии обеспечивается непрерывный, независимо от времени года и погодных условий, круглосуточный прием непосредственно на поля или в накопители расчетного количества сточных вод без сброса их за пределы территории.

При сезонном действии сточные воды принимаются на земледельческие поля орошения в зависимости от потребности хозяйства в орошении, например для вегетационных и влагозарядных поливов, а также периода их поступления. Так, стоки крахмальных, сахарных заводов поступают и используются в основном в осенне-зимний период.

На ЗПО разрешается подавать сточную жидкость, прошедшую предварительную механическую очистку. Нормы нагрузки на ЗПО невелики: 5–15 м/га в сутки, что в 5–15 раз меньше, чем на коммунальных полях орошения. Специально проведенные исследования позволяют утверждать, что при правильной эксплуатации ЗПО не могут явиться путем передачи возбудителей кишечных инфекций. Однако для достижения этого со стороны органов санитарного надзора необходим строгий и тщательный контроль за эксплуатацией ЗПО.

Биологическая пленка почвы полей орошения, несущая основную функциональную нагрузку, не может полностью проявить свою окислительную способность из-за недостаточного притока кислорода. С целью интенсификации процесса окисления, более полного использования окислительных способностей биоценоза, образующегося при очистке бытовых сточных вод, были созданы биофильтры.

Биофильтры. Кирпичные или железобетонные резервуары, заполненные неразмокающим, крупнозернистым материалом (шлак, гранитный щебень), который орошается с поверхности сточной жидкостью. Загрузочный материал служит основой для заселения его бактериями, грибами, простейшими и другими организмами, т. е. для биологической пленки. Источником появления ее на фильтре служат сточные воды. В начале работы биофильтра микрофлора адсорбируется на поверхности элементов загрузки, а затем, имея богатую питательную среду, интенсивно размножается и обеспечивает те процессы, о которых говорилось выше. Высота загрузки биофильтра не должна быть более 1,5–2 м. Общая поверхность биологической пленки достигает 500 м² на 1 м³ загрузки, т. е. во много раз меньше, чем в почве. Однако окислительная способность биофильтра значительно выше. Это является следствием хорошей аэрации фильтра через поры, образующиеся между кусками загрузки. Сточная жидкость просачивается через тело фильтра в течение 2–3 ч, и уже за это время в ней появляются нитриты. В почвенных условиях на тот же процесс затрачиваются недели.

Для эффективной работы биофильтра необходимо организовать равномерное по площади и периодическое по времени орошение тела фильтра. С целью повышения окислительной способности биофильтра устраивается искусственная аэрация тела фильтра путем подачи компрессором сжатого воздуха в дренажное пространство. При этом появляется возможность увеличить высоту загрузки с 2 до 4 м. Окислительная мощность возрастает в 3–4 раза. Такие сооружения получили название аэрофильтров или высоконагружаемых биофильтров.

Биологические пруды. Искусственно созданные водоемы, в которых очистка сточных вод протекает в условиях, наиболее близких к естественному ходу самоочищения. Небольшая глубина прудов (от 0,5 до 1 м) позволяет создать значительную поверхность аэрации и обеспечить прогрев всей толщи воды и хорошее ее перемешивание. При этом создаются благоприятные условия для массового развития водных организмов, которые ассимилируют биогенные элементы и в результате процессов синтеза обогащают воду кислородом, необходимым для окисления органических веществ бактериями.

Биологические пруды обеспечивают высокий эффект очистки — количество кишечной палочки снижается на 95,9–99,9 % от начального содержания, почти полностью задерживаются яйца гельминтов.

Нормальный ход очистки в биологических прудах возможен лишь в теплое время года. При температуре воды ниже 6 °С она резко ухудшается, что ограничивает их использование как самостоятельных сооружений. При

необходимости по местным условиям повышенной очистки сточных вод биологические пруды могут устраиваться после биофильтров или аэротенков как 3-я ступень очистки.

Аэротенки. Резервуар, в котором медленно протекает смесь активного ила и сточной жидкости, подлежащей очистке.

Работа аэротенков основана на использовании тех же процессов биохимического окисления органических веществ, что происходят на биофильтрах. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности микрофлоры активного ила в аэротенк непрерывно подается сжатый воздух, который производит перемешивание смеси сточной воды и активного ила, что обеспечивает лучший и непрерывный контакт ее компонентов.

Биоценоз активного ила представлен микроорганизмами-минерализаторами, способными сорбировать на своей поверхности и окислять с помощью кислорода воздуха органические вещества сточной жидкости. Видовой состав биоценоза активного ила весьма разнообразен. Процесс биологического окисления в аэротенке можно условно разделить на три стадии:

1 стадия — адсорбция сточных вод и окисление легкоокисляющихся веществ (жиры, углеводы);

2 стадия — разложение медленно окисляющихся веществ (органические соединения азота) и регенерация активного ила, т. е. восстановление его адсорбционной способности;

3 стадия — нитрификация аммонийных солей.

Продолжительность всех стадий 6–8 часов.

В результате БПК очищаемых сточных вод снижается на 40–80 %.

Заключительный этап обработки городских сточных вод — *обеззараживание* путем хлорирования, при этом концентрация остаточного хлора должна быть не менее 1,5 мг/л; также может использоваться обеззараживание ультрафиолетовыми лучами.

Для обеззараживания осадков очистных сооружений предназначены метантенки. **Метантенк** — железобетонный резервуар цилиндрической формы с коническим дном, где происходит метановое или анаэробное сбраживание осадка.

Доочистка сточных вод — комплекс методов и приемов, выходящих за пределы этапов механической и биологической очистки, направленный на достижение нормативного качества восстановленной воды. Восстановленная вода получается в результате третичной очистки, удовлетворяет гигиеническим требованиям, предъявляемым к воде, используемой в системах технического водоснабжения.

Практическая часть занятия

1. Изучить основные этапы очистки сточных вод.
2. Изучить типы сооружений для механической и биологической очистки сточных вод, оценить их эффективность.
3. Составить схему обследования станции очистки сточных вод.

ОБСЛЕДОВАНИЕ СТАНЦИИ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Мотивационная характеристика темы

Специалист в области коммунальной гигиены должен уметь оценить выполнение мероприятий по охране водных объектов от загрязнения, оценить схему очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод и эффективность работы отдельных сооружений, пользуясь в своей работе действующими нормативно-правовыми актами в области санитарной охраны водных объектов.

Санитарное обследование станции по очистке сточных вод населённого пункта или отдельно расположенных объектов производится при необходимости определения эффективности работы очистных сооружений и осуществляется:

а) перед пуском и приемкой в эксплуатацию вновь построенной станции аэрации.

б) периодически — в порядке планового текущего санитарного надзора за эксплуатацией станции аэрации;

в) во всех случаях, когда обнаружена неудовлетворительная гигиеническая эффективность очистки сточных вод.

Целью занятия является освоение методики санитарного обследования сооружений по механической и биологической очистке сточных вод и отбора проб сточной жидкости для лабораторного анализа.

Задачи:

1. Провести обследование станции очистки сточных городских вод, оценить этапы механической и биологической очистки, их последовательность.

2. Оценить типы и эффективность работы сооружений для механической и биологической очистки и обеззараживания сточных вод.

3. Составить акт обследования по результатам проверки.

Требования к исходному уровню знаний

Для полного освоения темы студенту необходимо повторить следующие вопросы:

1) «общие закономерности развития жизни, взаимодействия с окружающей средой» (медицинская биология);

2) «адаптация человека к условиям внешней среды» (нормальная физиология человека);

3) «микробиологические методы исследования воды» (микробиология, вирусология и иммунология);

4) «гигиеническое нормирование факторов среды обитания» (общая гигиена).

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Какую роль играет вода в распространении инфекционных и неинфекционных заболеваний?
2. Какие показатели качества воды вы знаете?
3. Какие источники загрязнения воды водных объектов?

Контрольные вопросы по теме занятия

1. Этапы очистки сточных городских вод.
2. Механическая очистка сточных вод, типы сооружений, их характеристика, оценка эффективности.
3. Биологическая очистка сточных вод, типы сооружений, их характеристика и назначение, оценка эффективности работы.
4. Применение лабораторных методов исследования сточной воды, требования к отбору проб.

Учебный материал

1. Общие положения

Обследование станции по очистке сточных вод населенного пункта или отдельно расположенных объектов производится при необходимости определения эффективности работы очистных сооружений и осуществляется:

а) перед пуском и приемкой в эксплуатацию вновь построенной станции аэрации. При этом обследование должно проводиться после выполнения всех пусконаладочных работ и проведения пробной эксплуатации всего комплекса сооружений очистной станции;

б) периодически — в порядке планового текущего санитарного надзора за эксплуатацией станции аэрации;

в) во всех случаях, когда обнаружена неудовлетворительная гигиеническая эффективность очистки сточных вод.

Выясняется техническая эффективность, надежность очистки и обеззараживания сточных вод путем санитарного обследования станции и установления по основным показателям степени уменьшения (в %) загрязнения сточных вод. Определяется, какая часть территории населенного пункта обслуживается канализацией; поступают ли посторонние (производственные) сточные воды, каких предприятий; характер специфических загрязнений, количество сточных вод, соотношение производственных и бытовых вод, поступающих на станцию очистки; какие приняты проектом сооружения. Был ли проект согласован с ЦГЭ, вносились ли в процессе эксплуатации изменения в состав очистных сооружений и в технологию очистки сточных вод.

Перед началом обследования необходимо ознакомиться:

а) с техническим проектом и пояснительной запиской к нему, с материалами пробной эксплуатации, если станция очистки вновь построена;

б) с ситуационным планом местности, расположением станции очистки, местом выпуска сточных вод в водоем, расположением на водоеме первых (контрольных) пунктов водопользования;

в) с планом территории, занимаемой станцией очистки, расположением технических сооружений, границами СЗЗ между ними и жилой застройкой;

г) с расчетными данными, обосновывающими необходимую степень очистки; допустимость и эффективность очистки производственных сточных вод совместно с бытовыми;

д) предусматривался ли проектом и как осуществляется лабораторный контроль технологии очистки и обеззараживания сточных вод и соблюдения санитарных условий спуска сточных вод в водоем.

На основании собранных сведений и просмотренной технической документации необходимо нарисовать схему станции очистки с указанием в плане расположения основных сооружений в порядке последовательного движения сточных вод от места их поступления на станцию очистки и далее, по основным этапам их очистки и обеззараживания, а также движения по этапам обезвреживания задержанных осадков.

2. Санитарное обследование территории станции и технических сооружений.

Непосредственное санитарное обследование необходимо проводить в определенной последовательности, соответственно пути продвижения сточных вод и осадков через основные сооружения технологической очистки и обеззараживания:

а) территория станции очистки, ее общее санитарное состояние, благоустройство, озеленение, возможность расширения, наличие СЗЗ с учетом фактической и перспективной производительности, а также с учетом типа очистных сооружений, «розы» ветров при оценке взаиморасположения станции очистки и жилых районов;

б) сооружения и устройства для механической очистки сточных вод предназначены для задержки крупных отбросов и песка:

— приемные камеры предназначены для снижения скорости движения сточных вод, движущихся по напорным коллекторам;

— решетки; устанавливается их система, способ задержки и удаления задержанных отбросов, санитарные условия их временного хранения, способ их удаления и обезвреживания (дробление, компостирование), санитарное состояние помещения решеток;

— песколовки; определяется их тип, степень соответствия фактическому расходу сточных вод, способ и периодичность удаления песка, принятый способ его обезвреживания (площадки, бункеры-накопители) и удаление с территории станции очистки;

— первичные отстойники предназначены для глубокого осветления сточных вод, задержки взвешенных веществ и увеличения прозрачности; выясняется их количество, тип, особенности конструкции и условий осветления, скорость движения сточных вод, время отстоя, способ задержки и удаления всплывающих веществ, их переработка, время пребывания осадка в иловой части отстойника, периодичность и способ (механический,

гидростатический) его удаления из отстойника, дальнейшее его направление и обработка (обезвреживание, утилизация, обезвоживание);

в) сооружения для биологической очистки.

Для биологической очистки в зависимости от местных природных и санитарных условий и количества сточных вод, подлежащих очистке, могут быть использованы различные сооружения:

- капельные биофильтры;
- высоконагружаемые биофильтры;
- поля орошения;
- поля фильтрации;
- земельные поля орошения;
- подземные поля фильтрации;
- биологические пруды;
- аэротенки.

Устанавливается степень обоснованности их применения, особенность устройства, фактическая длительность пребывания (аэрации) сточных вод в аэротенке, число секций; способ регулирования и учета подаваемых в аэротенк активного ила и воздуха; как обеспечивается равномерность и эффективность распределения воздуха в сточных водах, подача в аэротенк активного ила, способ его регенерации.

Вторичные отстойники предназначены для удаления (осветления) из сточной жидкости хлопьев активного ила; необходимо определить тип отстойников, режим работы (время осветления, скорость движения сточных вод, порядок и способ удаления осадка), куда и как осадок направляется (для повторного использования в аэротенке или на сброс).

3. *Обеззараживание сточных вод.* Обеззараживание сточных вод необходимо осуществлять после предварительной очистки (механической и биологической) газообразным хлором, гидрохлоритом натрия, получаемым на месте в электролизерах; необходимо определить тип хлораторов, способ хлорирования, тип смесителя, контактные резервуары, дозу хлора, время экспозиции.

4. *Переработка и обеззараживание осадка.*

Применяются:

— метантенки; определяется их число, объем, тип сбраживания, температура и время сбраживания, удаление осадка и иловой воды из метантенка, использование газов брожения;

— иловые площадки; устанавливается их устройство, с каких сооружений поступают осадки, какая нагрузка, продолжительность подсушивания ила, куда удаляется, как утилизируется, имеют ли иловые площадки дренаж, удаление дренажных вод;

— компостирование осадков; выяснить условия компостирования, соотношение компонентов смеси обезвоженных осадков сточных вод и твердых бытовых отходов, длительность компостирования, перемешивание и дальнейшее использование компоста.

5. *Лабораторный контроль.* Отбор проб сточных вод для исследования производится на следующих этапах очистки:

а) при поступлении сточных вод на станцию очистки и на конечном этапе очистки с целью определения технической эффективности очистки суммарно на всех сооружениях станции очистки;

б) на промежуточных этапах, если имеется в виду контроль технической эффективности каждого из основных технических сооружений очистки и обеззараживания сточных вод и осадка.

Пробы сточных вод следует отбирать средние за 6–8 часов, составляя их из порционных проб, отбираемых через 0,5–1 часа. Исключение составляют порционные бактериологические пробы, которые отбираются отдельно и исследуются каждая в отдельности.

Содержание анализа проб сточных вод для оценки эффективности отдельных этапов должно соответствовать особенностям технологического процесса обработки сточных вод на каждом этапе.

Механическая очистка. Ее эффективность проверяется путем отбора проб сточных вод, поступающих в аэротенки, в сравнении с пробами осветленной сточной жидкости, вытекающей из отстойников, по следующим показателям: объем осадка, прозрачности, содержание взвешенных веществ, БПК.

Биологическая очистка. Ее эффективность проверяется путем отбора проб сточной жидкости до и после сооружений по очистке и проведением следующих анализов: количественный и качественный контроль активного ила, запах, окраска, БПК, содержание растворенного кислорода, аммонийного азота, нитритов и нитратов, бактериологические исследования.

Обеззараживание сточной жидкости — контроль эффективности хлорирования по остаточному хлору, по бактериальному составу титр кишечной палочки.

Обезвреживание осадка — лабораторный контроль санитарного числа, титр кишечной палочки в гумусе.

Контрольные вопросы

1. Проблема охраны поверхностных водоемов на современном этапе.
2. Нормирование качества воды поверхностных водоемов.
3. Технология механической очистки сточных вод.
4. Технология биологической очистки сточных вод.
5. Обезвреживание осадка и обеззараживание сточных вод перед выпуском.

Практическая часть занятия

1. Провести обследование сооружений по очистке сточных вод и оформить акт обследования по установленной форме.
2. Сформулировать предложения по результатам обследования.
3. Оценить эффективность работы сооружений по очистке сточных вод.

ПРАВИЛА ОХРАНЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Мотивационная характеристика темы

Санитарная охрана водных объектов является одной из важнейших задач специалистов в области коммунальной гигиены. Врач-гигиенист должен знать этапы и методы очистки городских сточных вод, условия выпуска сточных вод в водоем. Специалист должен уметь пользоваться в своей работе действующими нормативно-правовыми актами в области санитарной охраны водных объектов.

Целью занятия является знакомство с основными нормативно-правовыми актами по вопросам санитарной охраны водных объектов.

Задачи:

1. Изучить Санитарные правила и нормы 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения».
2. Изучить нормативы качества воды водных объектов различных категорий водопользования.
3. Усвоить значение технических мероприятий по уменьшению промышленного загрязнения водных объектов.

Требования к исходному уровню знаний

Для полного освоения темы студенту необходимо повторить следующие вопросы:

- 1) «общие закономерности развития жизни, взаимодействия с окружающей средой» (медицинская биология);
- 2) «адаптация человека к условиям внешней среды» (нормальная физиология человека);
- 3) «микробиологические методы исследования воды» (микробиология, вирусология и иммунология);
- 4) «гигиеническое нормирование факторов среды обитания» (общая гигиена).

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Какую роль играет вода в распространении инфекционных заболеваний?
2. Какие показатели качества воды вы знаете?
3. Какие мероприятия проводятся по охране поверхностных вод от загрязнения?
4. Какие источники загрязнения воды водных объектов?
5. Какие формы санитарного надзора используются при санитарной охране водных объектов?

Контрольные вопросы по теме занятия

1. Основные требования, предъявляемые к строящимся и реконструируемым объектам.
2. Основные требования, предъявляемые при эксплуатации объектов, направленные на уменьшение загрязнения водных объектов.
3. Требования к организации надзора и контроля за качеством воды водных объектов.
4. Санитарные требования к условиям отведения сточных вод в водные объекты.
5. Гигиенические нормативы качества воды водных объектов.

Учебный материал

1. Основные требования, предъявляемые к строящимся и реконструируемым объектам.

Предпроектные и проектные материалы, представляемые в органы и учреждения государственного санитарного надзора для заключения о соответствии их Санитарным правилам и нормам 2.1.2.12-33-2005, должны содержать:

- обоснование выбора площадки для строительства;
- данные о фоновом загрязнении водных объектов;
- качественные и количественные характеристики сбросов вредных веществ в водные объекты;
- перечень и сроки выполнения водоохранных мероприятий;
- данные о вероятности аварийных сбросов в водные объекты, меры по их предупреждению и планы действий при их возникновении;
- расчеты ожидаемого загрязнения водных объектов с учетом действующих, строящихся и намечаемых к строительству хозяйственных и иных объектов;
- предложения по организации производственного контроля за качеством воды водных объектов.

В целях санитарной охраны водных объектов следует предусматривать:

- мероприятия по предупреждению загрязнения водных объектов сточными водами;
- мероприятия по борьбе с избыточным цветением воды, микроводорослями, зарастанием и др.;
- мероприятия, направленные на охрану грунтовых вод от загрязнения;
- мероприятия по уменьшению площади мелководий с глубинами 2-м и менее;
- мероприятия по предупреждению выплода комаров, клещей.

Для оценки влияния на водные объекты действующих, строящихся предприятий, зданий и сооружений, а также оценки эффективности планируемых водоохранных мероприятий проектная организация разрабатывает прогноз качества воды с обязательным включением всех существующих и перспективных пунктов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования населения.

При разработке прогноза качества воды должны быть учтены:

- фоновые показатели качества воды;
- поступление загрязнений от антропогенных источников; влияние природных факторов;
- влияние внутриводоемных процессов (цветение воды микроводорослями, зарастание водной растительностью, поступление органических веществ из донных отложений);
- крупные водохозяйственные мероприятия (переброска стока рек, обводнение, пополнение запаса подземных вод).

Место выпуска сточных вод населенного пункта должно быть расположено ниже по течению, за его пределами с учетом возможного обратного течения при нагонных явлениях.

При проектировании сооружений обеззараживания сточных вод выбирается метод (хлорирование, ультрафиолетовая обработка, озонирование и др.) с учетом эффективности обеззараживания и сравнительной опасности продуктов трансформации.

В случае строительства очистных сооружений, в т.ч. сооружений биологической очистки сточных вод, водопользователи обязаны обеспечить проведение пуско-наладочных работ в сроки, установленные приемочной комиссией. После выхода объекта на полную проектную мощность водопользователи обязаны обеспечить проведение лабораторных исследований качества воды водных объектов в створах, расположенных до и после выпуска сточных вод.

2. Основные требования, предъявляемые при эксплуатации объектов, направленные на уменьшение загрязнения водных объектов.

Ввод в эксплуатацию объектов и сооружений допускается при наличии системы противоаварийных мер.

Предельно допустимый сброс (ПДС) устанавливается для каждого выпуска сточных вод и каждого загрязняющего вещества, в т. ч. продуктов его трансформации, исходя из условия, что их концентрации не будут превышать гигиенические нормативы химических веществ и микроорганизмов в воде водного объекта в створе не далее 500 м от места выпуска.

При наличии в сточных водах химических веществ, содержащихся в воде фонового створа на уровне ПДК, в расчетах ПДС не должны учитываться процессы разбавления.

При сбросе сточных вод в систему водоотведения населенного пункта или предприятия ответственность за соблюдение нормативных требований к сбросу в водные объекты несет предприятие, сбрасывающее сточные воды в водный объект.

Водопользователи обязаны:

- проводить согласованные с органами и учреждениями государственного санитарного надзора организационно-технические, санитарно-эпи-

демиологические или иные мероприятия, направленные на соблюдение гигиенических нормативов качества воды водных объектов;

— использовать безопасные и безвредные для здоровья человека материалы, реагенты, технологические процессы, которые могут привести к загрязнению поверхностных вод;

— обеспечивать контроль состава сбрасываемых сточных вод и качества воды водных объектов;

— своевременно информировать органы и учреждения государственного санитарного надзора об угрозе возникновения, а также при возникновении аварийных ситуаций, представляющих опасность для здоровья населения или условий водопользования.

3. Требования к организации надзора и контроля за качеством воды водных объектов

За составом сточных вод и качеством воды водных объектов питьевого и культурно-бытового водопользования должен осуществляться государственный санитарный надзор и производственный контроль.

Производственный лабораторный контроль обеспечивается организациями и предприятиями, являющимися водопользователями, независимо от подчиненности и форм собственности, в лабораториях, аккредитованных в установленном порядке.

Размещение пунктов контроля, перечень загрязняющих веществ, подлежащих контролю, а также периодичность проведения исследований и предоставления данных согласовываются с территориальными органами и учреждениями государственного санитарного надзора.

Ближайший к месту выпуска сточных вод пункт производственного контроля за сосредоточенным сбросом устанавливается не далее 500 м по течению от места сброса сточных вод на водотоках и в радиусе 500 м от места сброса на акватории — на непроточных водоемах. При сбросе сточных вод в черте населенных мест указанный пункт контроля должен быть расположен непосредственно у места сброса.

Результаты производственного контроля качества воды водных объектов представляются в органы и учреждения государственного санитарного надзора.

Государственный санитарный надзор за качеством воды водных объектов осуществляют соответствующие территориальные органы и учреждения в плановом порядке и по санитарно-эпидемиологическим показаниям.

Периодичность отбора проб в водных объектах должен быть не менее двух раз по установленным показателям до начала купального сезона и не менее двух раз в месяц в период купального сезона.

Контроль качества воды в трансграничных водных объектах осуществляется на основе международных соглашений с использованием согласованных критериев и методов оценки качества поверхностных вод.

4. Санитарные требования к условиям отведения сточных вод в водные объекты

В целях охраны водных объектов от загрязнения не допускается сбрасывать в водные объекты сточные воды, которые:

— могут быть устранены путем организации максимального использования в системах оборотного и повторного водоснабжения после соответствующей очистки и обеззараживания;

— содержат возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной, вирусной и паразитарной природы;

— содержат вещества, для которых не установлены ПДК или ОДУ, а также отсутствуют методы их определения.

Не допускается сброс промышленных, сельскохозяйственных, городских сточных вод:

— в местах туризма, спорта и массового отдыха населения;

— в водные объекты, содержащие природные лечебные ресурсы;

— в пределах второго пояса зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Не допускается сбрасывать в водные объекты отходы и мусор, формирующиеся на территории населенных мест и производственных площадок.

Не допускается производить мойку автотранспортных средств и других механизмов в водных объектах и на их берегах.

Не допускаются утечки от нефтепромыслов, а также сброс мусора, неочищенных сточных вод и с плавучих средств водного транспорта.

Сточные воды, которые технически невозможно использовать в системах оборотного водоснабжения в промышленности, городском хозяйстве допускается отводить в водные объекты после очистки при соблюдении гигиенических нормативов качества воды в пунктах водопользования.

Сброс, удаление и обезвреживание сточных вод, содержащих радионуклиды, должен осуществляться в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности.

5. Гигиенические нормативы качества воды водных объектов

К первой категории водопользования относится использование водных объектов или их участков в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

Ко второй категории водопользования относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования. Требования к качеству воды, установленные для второй категории водопользования, распространяются также на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

К водным объектам, используемым в рекреационных целях, относятся озеро, водохранилище, пруд, река, канал, ручей, родник или другой объект как сосредоточение природных вод на поверхности суши, обеспечивающее население психофизическим комфортом и возможностями для оздоровительной и спортивно-укрепляющей деятельности.

В сферу оценки безопасности водного объекта для здоровья населения включена зона обеспечения его эколого-гигиенической безопасности, под которой понимается сам водный объект в целом или его часть с прибрежной территорией, используемые в рекреационных целях с учетом возможного влияния точечных и рассредоточенных источников загрязнений.

К критериям безопасности водного объекта для здоровья населения относятся основанные на результатах комплексных исследований и оценок параметры и показатели состояния водного объекта и зоны обеспечения его эколого-гигиенической безопасности, которые позволяют определить водный объект как объект, безопасный для здоровья в зависимости от его рекреационного назначения.

Классификация водных объектов по видам рекреационного назначения:

- контактные (купание, подводное плавание, подводная охота);
- бесконтактные (любительское рыболовство, гребля на лодках и байдарках, катание на парусниках и яхтах);
- отдельные виды (водные лыжи, водно-моторный спорт).

Группировка показателей безопасности водного объекта для здоровья населения проводится по следующим критериям:

— показатели физико-химические, гидрохимические и гидробиологические (температура воды, прозрачность, цветность; окисляемость перманганатная, биохимическое потребление кислорода, содержание кислорода, фосфатов, аммиака, нитритов; биомасса фитопланктона, соотношение биомассы фито- и зоопланктона, ширина литоральной зоны, покрытие макрофитами зоны купания);

— показатели гидроморфологические и гидрологические (длина, ширина и площадь акватории, колебания уровня воды, ширина и глубина зоны купания, уклон дна водного объекта перпендикулярно урезу воды, показатели водообмена, водность реки, скорость течения реки, уклон пляжа в сторону воды, ширина пляжа, литологический состав грунта пляжа и мелководья);

— показатели гигиенические (взвешенные вещества, плавающие примеси, запахи, водородный показатель, растворенный кислород, химическое потребление кислорода, химические вещества, суммарная объемная активность радионуклидов);

— показатели микробиологические (возбудители кишечных инфекций, жизнеспособные яйца гельминтов и цисты патогенных кишечных простейших, общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии, колифаги).

Комплексная оценка водного объекта с целью принятия решения об отнесении его к объекту, безопасному для здоровья населения и пригодному для использования в рекреационных целях, базируется на многоуровневой схеме критериев, тестов, параметров и экспертных оценок [7, 8].

По результатам оценки безопасности водного объекта для здоровья населения оформляется заключение, которое содержит выводы об отнесении водного объекта к категориям безопасности для здоровья населения и по видам рекреационного назначения к одной из нижеследующих групп:

— водный объект полностью соответствует критериям безопасности для здоровья населения и благоприятен для создания долговременной рекреационной среды (с указанием конкретных видов рекреационного назначения);

— водный объект соответствует критериям безопасности для здоровья населения по отдельным видам рекреационного назначения (указываются отдельно) и относительно благоприятен для создания долговременной рекреационной среды;

— не соответствует критериям безопасности для здоровья населения и неблагоприятен для создания долговременной рекреационной среды.

Качество воды водных объектов должно соответствовать требованиям, указанным в приложении А.

Содержание химических веществ в воде водных объектов не должно превышать гигиенических нормативов ПДК и ОДУ, утвержденных в установленном порядке.

При отсутствии установленных гигиенических нормативов водопользователь обеспечивает разработку ОДУ или ПДК, а также метода определения вещества и (или) продуктов его трансформации с нижним пределом измерения $\leq 0,5$ ПДК.

В случае присутствия в воде нескольких веществ 1–2 классов опасности сумма отношений фактических концентраций каждого из них ($C_1, C_2 \dots C_n$) к их ПДК не должна превышать единицы:

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

Практическая часть занятия

Пользуясь нормативными документами, составить схему обследования предприятия, осуществляющего сброс сточных вод в водные объекты, по вопросам соблюдения санитарного законодательства по охране поверхностных вод от загрязнения.

УСЛОВИЯ ВЫПУСКА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Мотивационная характеристика темы

Санитарная охрана водных объектов является одной из важнейших задач специалистов в области коммунальной гигиены. Врач-гигиенист должен знать этапы и методы очистки городских сточных вод, условия выпуска сточных вод в водоем. Специалист должен уметь пользоваться в своей работе действующими нормативно-правовыми актами в области санитарной охраны водных объектов.

Целью занятия является освоение методики расчета выпуска сточных вод.

Задачи:

1. Усвоить требования Санитарных правил и норм 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения».
2. Усвоить нормативы качества воды водных объектов различных категорий водопользования.
3. Усвоить методику расчета условий выпуска сточных вод в водные объекты.

Требования к исходному уровню знаний

Для полного освоения темы студенту необходимо повторить следующие вопросы:

- 1) «общие закономерности развития жизни, взаимодействия с окружающей средой» (медицинская биология);
- 2) «адаптация человека к условиям внешней среды» (нормальная физиология человека);
- 3) «микробиологические методы исследования воды» (микробиология, вирусология и иммунология);
- 4) «гигиеническое нормирование факторов среды обитания» (общая гигиена).

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Гигиеническая характеристика бытовых и промышленных сточных вод, их состав и степень влияния на состояние водоемов.
2. Какие показатели качества воды вы знаете?
3. Какие мероприятия проводятся по охране поверхностных вод от загрязнения?
4. Какие существуют источники загрязнения воды водных объектов?
5. Этапы предупредительного и текущего санитарного надзора при санитарной охране водных объектов.

Контрольные вопросы по теме занятия

1. Основные требования, предъявляемые при эксплуатации объектов, направленные на уменьшение загрязнения водных объектов.
2. Система мероприятий по охране водных объектов от загрязнения.
3. Санитарные требования к условиям отведения сточных вод в водные объекты, методика расчеты выпуска сточных вод.

Учебный материал

Методика расчета условий выпуска сточных вод в водоем

Основной принцип водопользования — при выпуске сточных вод в водоем суммарное загрязнение по каждому показателю не должно превышать ПДК в воде водоема выше на 0,5 км выше пункта водопользования:

$$(Q \times a + q) \leq c_{\text{ПДК}}$$

3.1. Расчет выпуска по БПК:

$$C_{\text{ст}} = \frac{Q \times a}{q} (C_{\text{ПДК}} - C_p) + C_{\text{ПДК}},$$

где $C_{\text{ст}}$ — концентрация вещества, при которой не будет вредного воздействия на водоем;

C_p — концентрация вещества выше места выпуска сточных вод в водоем;

Q — расход воды водоема, м³/с;

q — расход сточных вод, м³/с;

a — коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды водоема (Q) принимает участие в разбавлении выпускаемого количества сточных вод (q). Если вся вода водоема участвует в разбавлении сточных вод, то коэффициент равен 1.

3.2. Расчет по растворенному кислороду:

$$\text{БПК}_{\text{ст}} = 2,5 \times \frac{Q \times a}{q} (O_2 - 0,4 \times \text{БПК}_p - 4) - 10,$$

где $\text{БПК}_{\text{ст}}$ — допустимая концентрация органических веществ в сточных водах;

БПК_p — содержание растворенного кислорода в водоеме до выпуска сточных вод;

O_2 — содержание растворенного кислорода в водоеме до выпуска сточных вод;

0,4 — коэффициент для перерасчета полного потребления кислорода в двухсуточное;

4 — наименьшее допустимое содержание растворенного кислорода в воде водоема после выпуска сточных вод.

3.3. Расчет допустимого содержания взвешенных веществ в сточной воде:

$$C_{ст} = \left(\frac{Q \times a}{q} + 1\right) \times C_{доп} + C_p,$$

где $C_{доп}$ — допустимое увеличение содержание взвешенных веществ (+0,25 или +0,75 мг/л для 1 или 2 категории водопользования);

C_p — концентрация взвешенных веществ в водоеме до выпуска сточных вод.

Пример расчета:

Сточные воды проектируемого города намечается выпускать в реку. Ближайшим пунктом водопользования на реке является поселок А, питьевое водоснабжение которого осуществляется из артскважины.

Определить возможность выпуска сточных вод в реку и необходимую степень очистки, если:

Количество стоков города в реку — 1,6 м³/с;

БПК₂₀ — 280 мг/л;

Взвешенные вещества — 340 мг/л;

Расход воды в реке — 40 м³/с;

БПК₂₀ в реке — 1,5 мг/л;

Концентрация взвешенных веществ в реке — 10 мг/л;

Содержание растворенного кислорода в реке — 9,0 мг/л.

Расчет по БПК₂₀:

$$C_{ст} = \frac{40 \times 1}{1,6} \times (6 - 1,5) + 6 = 118,5 \text{ мг / л.}$$

Расчет концентрации органических веществ в сточных водах, допустимой к выпуску в реку без снижения растворенного кислорода:

$$C_{ст} = 2,5 \times \frac{40 \times 1}{1,6} \times (9 - 0,4 \times 1,5 - 4) - 10 = 265 \text{ мг / л.}$$

Таким образом, более жесткими являются условия спуска сточных вод по БПК. Следовательно, необходимую очистку сточных вод от органических веществ определяем исходя из БПК₂₀ не более 118,5 мг/л, а по проекту города — 280 мг/л.

Расчет концентрации по взвешенным веществам:

$$C_{ст} = \left(\frac{40 \times 1}{1,6} + 1\right) \times 0,75 + 10 = 29,5 \text{ мг / л.}$$

По проекту концентрация взвешенных веществ в сточной воде города — 340 мг/л.

Заключение: Сточные воды проектируемого города не могут быть сброшены в реку. Необходима дополнительная очистка стоков от органических и взвешенных веществ.

При обнаружении в воде нескольких химических веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности и нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине его ПДК не должна быть больше 1.

Расчет ведется по формуле:

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

где C_1, C_2, C_n — фактические концентрации индивидуальных химических веществ 1 и 2 класса опасности; ПДК — их предельно допустимые концентрации.

Задание для самостоятельной работы

Для решения ситуационных задач используются предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водных объектов (приложение Б).

Задача 1

Сточные воды проектируемого города намечается выпускать в реку. Ближайшим пунктом водопользования на реке является поселок А, питьевое водоснабжение которого осуществляется из артскважины.

Определить возможность выпуска сточных вод в реку и необходимую степень очистки, если:

Количество стоков города в реку — 1,6 м³/с;

БПК₂₀ — 280 мг/л;

Взвешенные вещества — 300 мг/л;

Расход воды в реке — 80 м³/с;

БПК₂₀ в реке — 1,5 мг/л;

Концентрация взвешенных веществ в реке — 9 мг/л;

Содержание растворенного кислорода в реке — 80 мг/л.

Задача 2

Сточные воды проектируемого города намечается выпускать в реку. Ближайшим пунктом водопользования на реке является поселок А, питьевое водоснабжение которого осуществляется из артскважины.

Определить возможность выпуска сточных вод в реку и необходимую степень очистки, если:

Количество стоков города в реку — 1,6 м³/с;

БПК₂₀ — 280 мг/л;

Взвешенные вещества — 340 мг/л;

Расход воды в реке — 40 м³/сек;

БПК₂₀ в реке — 1,5 мг/л;

Концентрация взвешенных веществ в реке — 10 мг/л;

Содержание растворенного кислорода в реке — 9,0 мг/л.

Задача 3

В городе М. проектируется автомобильный завод, выпуск сточных вод которого намечается осуществлять в реку Н. Ниже по течению от выпуска на расстоянии 8 км расположен населенный пункт П., который использует воду реки Н. в качестве источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Расход сточных вод — $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$.

Анализ сточных вод аналогичного предприятия

Окраска исчезает в столбике высотой 20 см при разведении 1:4, в столбике высотой 10 см — 1:2.

Плавающие примеси не обнаружены.

Запах отсутствует.

Взвешенные вещества — $26 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

БПК_{полн.} (разведение 1:100) — $160 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

Вредные вещества: хром (Cr^{6+}) — $6 \text{ мг}/\text{дм}^3$, медь — $10 \text{ мг}/\text{дм}^3$, цинк — $30 \text{ мг}/\text{дм}^3$, свинец — $10 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Характеристика водоема

Расход воды в реке — $80 \text{ м}^3/\text{с}$, скорость течения — $0,6 \text{ м}/\text{с}$, коэффициент смешения — 0,35.

Взвешенные вещества — $4 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

БПК_{полн.} — $2,6 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$;

Вредные вещества (медь, цинк, свинец, хром) не обнаружены.

Определите санитарные условия выпуска сточных вод, составьте заключение по результатам расчета, предложите мероприятия, направленные на санитарную охрану водного объекта.

Задача 4

В городе Д. проектируется автомобильный завод, выпуск сточных вод намечается в реку А., ниже по течению на расстоянии 12 км расположен населенный пункт Н., который использует воду реки А. в качестве источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Расход сточных вод — $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$.

Анализ сточных вод аналогичного предприятия

Окраска – желто-коричневая. Разведение, при котором окраска исчезает: в столбике высотой 20 см — 1:8, в столбике высотой 10 см — 1:4.

Плавающие примеси не обнаружены.

Запах отсутствует.

Взвешенные вещества — $20 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Сухой остаток — $220 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

pH 6.

Сульфаты — $280 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Окисляемость при комнатной температуре — $28 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, при кипячении — $84 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

БПК_{полн.} (разведение 1:100) — 16 мгО₂/дм³.

Вредные вещества: хром (Cr⁶⁺) — 8 мг/дм³, медь — 16 мг/дм³, цинк — 50 мг/дм³, свинец — 4 мг/дм³.

Характеристика водоема

Расход воды в реке — 100 м³/с, скорость течения — 0,5 м/с.

рН 7,5.

Сухой остаток — 180 мг/дм³.

Взвешенные вещества — 2,6 мгО₂/дм³.

Растворенный кислород — 8 мг/дм³.

БПК_{полн.} — 1,4 мгО₂/дм³;

Вредные вещества: свинец не обнаружен, медь — 0,01 мг/дм³, цинк — 0,02 мг/дм³.

Определите санитарные условия выпуска сточных вод, составьте заключение по результатам расчета, предложите мероприятия, направленные на санитарную охрану водного объекта.

Задача 5

В городе М. проектируется предприятие химической промышленности, выпуск сточных вод намечается в реку К., ниже по течению от границы города М. На расстоянии 10 км от места выпуска находится населенный пункт Т., который использует воду реки К. в качестве источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Расход сточных вод завода — 0,6 м³/с.

Анализ сточных вод аналогичного предприятия

Окраска исчезает в столбике высотой 20 см при разведении 1:32, в столбике высотой 10 см — 1:16.

Плавающие примеси не обнаружены.

Запах натуральных сточных вод — специфический; разведение, при котором он исчезает, — 1:100.

Взвешенные вещества — 40 мг/дм³.

БПК_{полн.} — 210 мгО₂/дм³.

Вредные вещества: анилин — 4,35 мг/дм³, циклогексанол — 5,14 мг/дм³, циклогексанон — 2,34 мг/дм³.

Характеристика водоема

Расход воды в реке — 80 м³/с, скорость течения — 0,5 м/с, коэффициент смешения — 0,1.

Взвешенные вещества — 1,5 мгО₂/дм³.

Растворенный кислород — 8 мг/дм³.

БПК_{полн.} — 1,8 мгО₂/дм³.

Вредные вещества (анилин, циклогексанол и циклогексанон) не обнаружены.

Определите условия выпуска сточных вод, составьте заключение по результатам расчета, предложите мероприятия, направленные на санитарную охрану водного объекта.

Задача 6

В связи со строительством в городе К. машиностроительного завода намечен сброс производственных стоков в реку У. На расстоянии 12 км ниже сброса река используется для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения города Д. Расход сточных вод — $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

Анализ сточных вод аналогичного предприятия

Окраска исчезает в столбике высотой 20 см при разведении 1:8, в столбике высотой 10 см — 1:4.

Плавающие примеси не обнаружены.

Запах исчезает при разведении 1:2.

Взвешенные вещества — $160 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Сухой остаток — $340 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

БПК_{полн.} — $26 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

Вредные вещества: медь — $18 \text{ мг}/\text{дм}^3$, цинк — $120 \text{ мг}/\text{дм}^3$, цианиды — $40 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Характеристика водоема

Расход воды в реке — $60 \text{ м}^3/\text{с}$, скорость течения — $0,2 \text{ м}/\text{с}$, коэффициент смешения — $0,3$.

Взвешенные вещества — $8 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

Сухой остаток — $28 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

БПК_{полн.} — $2 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

Вредные вещества (медь, цинк и цианиды) не обнаружены.

Определите санитарные условия выпуска сточных вод, составьте заключение по результатам расчета, предложите мероприятия, направленные на санитарную охрану водного объекта.

МЕТОДИКА ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТОВ КАНАЛИЗАЦИИ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

Мотивационная характеристика темы

Санитарная экспертиза проектов канализации, являясь частью предупредительного санитарного надзора, направлена на предупреждение неблагоприятного воздействия сточных вод на водоемы и предотвращение заболеваемости населения.

Целью занятия является освоение методики санитарной экспертизы проектов канализации населенных пунктов и обоснование на этой основе комплекса мероприятий по санитарной охране поверхностных водных объектов.

Задачи:

1. Закрепить знания по вопросам охраны поверхностных вод от загрязнения.
2. Закрепить знания нормативов качества воды водных объектов различных категорий водопользования.
3. Усвоить методику гигиенической экспертизы проектов канализации населенных пунктов.

Требования к исходному уровню знаний

Для полного освоения темы студенту необходимо повторить следующие вопросы:

- 1) «общие закономерности развития жизни, взаимодействия с окружающей средой» (медицинская биология);
- 2) «адаптация человека к условиям внешней среды» (нормальная физиология человека);
- 3) «микробиологические методы исследования воды» (микробиология, вирусология и иммунология);
- 4) «гигиеническое нормирование факторов среды обитания» (общая гигиена).

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Гигиеническая характеристика бытовых и промышленных сточных вод, их состав и степень влияния на состояние водоемов.
2. Какие показатели качества воды вы знаете?
3. Какие мероприятия проводятся по охране поверхностных вод от загрязнения?
4. Какие существуют источники загрязнения воды водных объектов?
5. Этапы предупредительного и текущего санитарного надзора при санитарной охране водных объектов.

Контрольные вопросы

1. Санитарное и противоэпидемическое значение канализации.
2. Основные виды и системы канализации, их гигиеническая характеристика.
3. Санитарная характеристика домовых канализационных приборов.
4. Санитарная характеристика городской канализационной сети.
5. Санитарная оценка ливневых вод, их отведение с городской территории и очистка.
6. Схемы механической очистки сточных вод на городских очистных сооружениях.
7. Схемы и методы биологической очистки сточных вод.
8. Методы и сооружения обезвреживания осадка и обеззараживания сточных вод.

Учебный материал

Санитарный надзор в области охраны водоемов от загрязнения сточными водами включает в себя следующие этапы:

1. Разработка мероприятий по рациональному использованию поверхностных водоемов и их охране для конкретных местных условий.
2. Проверка разработанных и намеченных к реализации условий спуска сточных вод в водоемы.
3. Отвод земельного участка для строительства очистных канализационных сооружений с выдачей заключения.
4. Рассмотрение и согласование проектов строительства, реконструкции и расширения канализационной сети населенных мест с дачей заключения.
5. Участие в приемке канализационных сооружений в эксплуатацию и в испытаниях в пусковой период эксплуатации.

В состав проектов входят генеральный и ситуационный планы, пояснительная записка, в структуре которой выделяют общую и технологическую части, архитектурно-строительную часть, совокупность рабочих чертежей, гидрологические данные водоемов, данные по составу сточных вод.

В пояснительной записке описывается:

1. Санитарная характеристика населенного пункта и перспектива его развития.
2. Обоснование необходимости строительства или расширения системы канализации и очистных сооружений.
3. Санитарно-техническое состояние существующих систем канализации и очистных сооружений.
4. Расчеты уровней водоотведения и его структура.
5. Санитарно-топографическая характеристика территории, где намечается строительство очистных сооружений.
6. Гидрологическая характеристика водоема в месте выпуска сточных вод.

Характеристика очистных и санитарно-технических сооружений, входящих в состав систем канализации населенного пункта.

Графический материал включает:

1. Ситуационный план.
2. Генеральный план населенного пункта с экспликацией системы канализации и сооружений на ней.
3. Экспликация участка строительства очистных сооружений и места выпуска сточных вод.

Вместе с проектом, представленным на рассмотрение и заключение санитарным органам, проектная организация должна представить по требованию ЦГЭ ряд дополнительных материалов:

1. Документ об утверждении схемы планировки канализуемой территории.
2. Решение исполкома о строительстве канализации в населенном пункте.
3. Заключение органов СЭС об отводе площадки для очистных сооружений и месте спуска сточных вод.
4. Сведения о составе, количестве и режиме спуска сточных вод промышленных предприятий, подключаемых к городской канализационной сети.
5. Календарный план строительства и ввода в эксплуатацию.

Приступая к экспертизе проекта, необходимо ознакомиться с основными нормативными документами, которыми являются СНиП «Канализация. Наружные сети и сооружения», «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения», «Основы водного законодательства», «Санитарные правила для систем водоотведения населенных пунктов», «Перечень ПДК веществ в воде водоемов».

Канализацию объектов надлежит проектировать на основе утвержденных схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и промышленности, территориальных схем комплексного использования и охраны вод, схем районной планировки и застройки городов. При проектировании необходимо рассматривать целесообразность кооперирования систем канализации различных объектов.

Общие указания при проведении санитарной экспертизы проекта канализации

Выбор земельного участка.

При оценке земельного участка устанавливается, достаточен ли его размер для выбранного вида очистных канализационных сооружений. Земельный участок должен быть свободен от посадки деревьев, т. к. корни могут вызывать закупорку и вывод из строя канализационной системы (расстояние не менее 7–8 м).

Общую площадь территории для размещения местных очистных сооружений следует принимать на 20 % больше полезной площади с учетом размещения вспомогательных устройств, поправки на конфигурацию, возможность расширения.

Размещение очистных сооружений на земельном участке канализуемого объекта должно исключать подтопление подвальных помещений.

При наличии вблизи очистных сооружений водозаборных устройств, питающихся грунтовыми водами, должны быть выдержаны санитарные разрывы, зависящие от фильтрата сточной жидкости, радиуса воронки депрессии и т. д.

Земельный участок, выбираемый под очистные сооружения, не должен затопляться талыми и дождевыми водами, для проверки этого производятся геологические и гидрогеологические изыскания.

Территория должна быть ограждена, благоустроена и освещена. Надлежит также предусматривать мероприятия по защите сооружений от снежных заносов, дождевых и талых вод.

Канализацией называется совокупность сооружений, обеспечивающих прием, отведение и очистку сточных вод с территории населенных мест и промышленных предприятий.

Удаление сточных вод за пределы населенных мест и промышленных предприятий производится по трубам и каналам, как правило, самотеком, в связи с чем они прокладываются с уклонами, а также по напорным коллекторам. В современных городах для удаления и обезвреживания сточных вод устраивают системы централизованной канализации, состоящие из канализационных сетей, насосных станций, очистных сооружений и выпусков.

Для удаления бытовых сточных вод, образующихся в черте населенного места, устраивают систему инженерных сооружений, состоящих из:

- а) внутренней канализации;
- б) внутриквартальной или дворовой канализационной сети;
- в) наружных канализационных сетей;
- г) насосных станций;
- д) очистных сооружений;
- е) выпусков.

Схема канализации населенного места определяется рельефом территории и намечаемым местом для размещения сооружений и выпуска сточных вод.

Схема может быть централизованной (объект канализуется на одно очистное сооружение) и децентрализованной (две и более очистных станции).

При проектировании канализации в первую очередь необходимо иметь данные о числе жителей, которые будут проживать в населенном месте к концу расчетного периода.

Санитарно-защитные зоны от канализационных сооружений до границ жилой застройки, общественных зданий и предприятий пищевой промышленности следует принимать не менее 5 и 8 м.

Выбор системы канализации следует производить в соответствии с учетом требований к виду очистки, климатическим условиям, рельефу местности и др. факторам.

Под *системой канализации* понимают совместное или раздельное отведение бытовых, производственных или ливневых вод. При общесплавной системе все три категории сточных вод сплавляются по одной сети за пределы городской территории на очистные сооружения.

Полная раздельная система предусматривает строительство трех отдельных сетей: а) для дождевых вод и промышленных сточных вод, не соприкасавшихся с сырьем и продуктами производства; б) для бытовых вод и промышленных вод, допускаемых к спуску в бытовую канализацию; в) для промышленных вод, не допускаемых к совместному отведению с бытовыми водами.

При *неполной раздельной* системе между сетями ливневой и хозяйственно-фекальной канализаций устраиваются соединительные камеры. В этих случаях, атмосферные воды, смывающие загрязнения с поверхности жилой территории, поступают совместно с бытовыми на очистные сооружения. При больших метеосадках основная масса ливневых вод не попадает в хозяйственно-фекальную сеть, а сбрасывается через ливнеспуски в поверхностные водоемы без очистки.

При санитарной экспертизе правильности выбора системы канализации следует иметь в виду следующее:

1. Общесплавная система канализации обеспечивает наиболее полное удаление всех видов сточных вод с территории канализуемого населенного пункта. Однако строительство очистной станции, способной пропустить весь объем стоков в сильный ливень (в 20–100 раз превышает объем бытовых сточных вод), экономически неоправданно. При этой системе необходимо устраивать ливнеспуски в поверхностные водоемы и выбирать места их расположения.

2. Полную раздельную систему можно рекомендовать при наличии на территории города мощных проточных поверхностных водоемов, допускающие сброс в них всех дождевых вод. Ее устройство целесообразно при необходимости полной биологической очистки бытовых сточных вод.

3. Неполная раздельная система целесообразна при малом количестве осадков.

Определение необходимой степени очистки сточных вод

Для того, чтобы правильно спроектировать сооружения для очистки сточных вод перед выпуском их в водоем с учетом санитарных требований, первоначально производят определение необходимой степени очистки сточных вод. Для этого требуются данные о количестве и составе сточных вод, данные об исследовании водоема (гидрологические, гидробиологические, физико-химический состав воды и т. п.). Кроме этого, необходимо выяснить требования, предъявляемые к условиям выпуска сточных вод другими организациями, ведающими рыбным хозяйством, судоходством, использующими водоем как источник хозяйственно-бытового и технического водоснабжения. Только при наличии всех исходных данных можно приступить к расчету необходимой степени очистки сточных вод перед выпуском в водоем.

В этом разделе проекта рассматриваются условия прокладки трубопроводов, их соединения, глубина заложения, смотровые колодцы, дождеприемники. Обращается внимание на особенности проектирования сетей канализации промышленных предприятий и сливных станций. Изучается возможность организации самотечной канализации, размещения насосных станций.

Расчет канализационных сетей всех систем должен производиться с учетом допустимых минимальных скоростей протока сточных вод, при которых обеспечивается самоочищение труб и каналов. Минимальную расчетную скорость движения осветленных или биологически очищенных сточных вод в лотках и трубах — 0,4 м/с.

Необходимость устройства насосных станций и место их расположения выявляются при решении схемы канализации объекта, гидравлическом расчете сетей и решении генплана с высотной установкой очистных сооружений. По своему назначению насосные станции разделяются:

- а) для перекачки бытовых и производственных вод;
- б) для перекачки дождевых вод;
- в) для перекачки осадков.

Насосные станции для перекачки сточных вод состоят из помещения решеток, приемного резервуара и машинного отделения со вспомогательными и бытовыми помещениями.

Очистные сооружения

Степень очистки сточных вод необходимо определять в зависимости от местных условий и с учетом возможного использования очищенных сточных вод и поверхностного стока для производственных или сельскохозяйственных нужд.

Сооружения для механической очистки сточных вод (решетки, песколовки, отстойники).

Сооружения для биологической очистки сточных вод (биологические фильтры, аэротенки, вторичные отстойники, поля фильтрации, биологические пруды).

Обеззараживание сточных вод

Расчетная доза хлора принимается с учетом хлорпоглощаемости сточных вод при обеспечении остаточного хлора в очищенной воде после контакта не менее 1,5 мг/дм³.

Сооружения для обработки осадка сточных вод

Осадок, образующийся в процессе очистки сточных вод (сырой, избыточный ил), должен подвергаться обработке, обеспечивающей его утилизацию или складирование, а также получение метана.

Уплотнители осадка — радиальные, вертикальные и горизонтальные отстойники.

Метантенки, режим сбраживания осадка, их обогрев и система опорожнения.

Аэробные стабилизаторы (коридорные аэротенки). Продолжительность аэрации 5–12 часов при температуре 20 °С. Расход воздуха 2 м³/ч на 1 м³ осадка.

Обезвоживание сброженного осадка производится на вакуум-фильтрах или фильтр-прессах.

Обезвреживание осадка на иловых площадках.

Обеззараживание (и дегельминтизация) сырого осадка производится путем прогрева при 60 °С в течение 20 мин или биотермически (компостирование).

Сооружения для хранения и складирования осадка.

Заключение

При санитарной экспертизе проект канализации населенного пункта согласовывается или отклоняется СЭС. При этом перечисляются все разделы проекта и имеющиеся в нем отклонения от действующих санитарных норм и правил, а также от положений СНиП.

Практическая часть занятия

Рассмотреть проект канализации населенного пункта и оформить заключение по проекту по установленной форме.

На санитарную экспертизу поступил проект канализации города Т. на стадии технического проекта, разработанный институтом по проектированию и изысканиям коммунальных водопроводов и канализации «Гипрокоммунводоканал» и утвержденный МКХ Республики Беларусь 18 февраля 2009 года, главный инженер проекта Гаранина Г. П., в составе следующих документов:

1. Пояснительная записка.
2. Чертежи отдельных сооружений.
3. Чертеж зоны отчуждения железной дороги «Минск – Курск».

В проекте отсутствует ссылка на документ, который являлся бы основанием для строительства канализации.

Краткое содержание проекта.

Город Т. имеет систему канализации с 1929 г. Сброс сточных вод осуществляется в реку У. без очистки. Введение в строй новой системы канализации необходимо в связи с реконструкцией и расширением промышленных предприятий, что также способствует дальнейшему развитию города. Планируется построить две сети канализации, стоки от которых будут поступать на общегородские очистные сооружения.

Мощность планируемой канализации — 72000 м³/сут (на первую очередь 50000 м³/сут). Из них от населения — 35000 м³/сутки и от промышленных предприятий — 37000 м³/сутки. Система канализации планируется полураздельная. Она должна принимать хозяйственно-фекальные стоки,

бытовые воды от промышленных предприятий, отработанные производственные воды и банно-прачечные стоки.

Осуществлять сброс планируется после очистки в р. У. О месте расположения стока в проекте ничего не сказано.

Ниже по течению реки, в четырех километрах, расположен первый населенный пункт — Плеханово, в 8 км — Маслово, в 17 км — Фёдоровки, в 38 км — Берники. Об использовании воды реки в этих населенных местах ничего в проекте не сказано.

Сама река У. имеет в черте города глубину 3–4 метра, скорость течения 2,0 м/сек, в паводок — 0,15 м/сек, а в черте города 0,04 м/сек. Меженный расход воды в реке — 5,0 м³/сек. В паводок расход воды 500–1000 м³/сек. В черте города река имеет илистое дно, особенно у берегов. Берега реки сильно загрязнены. Река сильно загрязняется стоками города.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ «САНИТАРНАЯ ОХРАНА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ»

1. При определении условий спуска сточных вод контрольный створ располагается...

Варианты ответа:

- а) на 0,5 км выше первого после спуска места водопользования;
- б) на 0,5 км ниже первого после спуска места водопользования;
- в) на 1 км выше места спуска сточных вод;
- г) на 1 км ниже места спуска сточных вод.

2. Гигиеническая эффективность очистки сточных вод проводится по состоянию воды водоема в контрольном створе, расположенном...

Варианты ответа:

- а) на 0,5 км выше первого после спуска пункта водопользования;
- б) на 0,5 км ниже первого после спуска пункта водопользования;
- в) на 1 км ниже места спуска сточных вод;
- г) на 1 км выше места спуска сточных вод.

3. Для населенного пункта с суточным водоотведением 500 м³ сточных вод наиболее целесообразна следующая схема очистки...

Варианты ответа:

- а) решетки — песколовки — двухъярусный отстойник — поля фильтрации;
- б) решетки — песколовки — горизонтальные отстойники — аэрофильтры;
- в) горизонтальные отстойники — контактные резервуары;
- г) решетка — септик — поля подземной фильтрации.

4. Смесь, состоящая из хозяйственно-бытовых сточных вод населенного пункта, сточных вод предприятий коммунально-бытового обслуживания и сточных вод предприятий пищевой промышленности — это...

Варианты ответа:

- а) промышленные сточные воды;
- б) городские сточные воды;
- в) хозяйственно-бытовые сточные воды.

5. Предельно-допустимый сброс — это научно-технический норматив, выполнение которого обеспечивает соблюдение ПДК химических веществ...

Варианты ответа:

- а) в сточных водах, прошедших очистку;
- б) в сточных водах в месте сброса их в водоем;
- в) в воде водоема у ближайшего после спуска сточных вод места водопользования;
- г) в воде водоема выше места спуска сточных вод.

6. Наиболее целесообразной схемой очистки сточных вод для дома отдыха с суточным водоотведением 20 м^3 является...

Варианты ответа:

- а) решетки — песколовки — поля орошения;
- б) решетки — песколовки — вертикальные отстойники — биофильтры — вторичные отстойники — контактные резервуары;
- в) решетка — септик — поля подземной фильтрации;
- г) решетки — песколовки — двухъярусный отстойник — поля фильтрации.

7. Сброс сточных вод намечается в реку в черте города. Ниже по течению реки расположен поселок, водоснабжение которого осуществляется из подземного источника. Расчет санитарных условий спуска сточных вод необходимо проводить...

Варианты ответа:

- а) для створа реки на 1 км выше поселка;
- б) для створа реки на 1 км ниже города;
- в) расчет не производится, требования предъявляются к сточным водам;
- г) для створа реки на 1 км выше города.

8. Сброс сточных вод города Б. производится в реку. Ниже по течению в 5 км расположен поселок с водоснабжением из колодцев, а в 30 км расположен город С., использующий воду реки в качестве источника хозяйственно-питьевого водопользования. Расчет санитарных условий спуска сточных вод необходимо проводить...

Варианты ответа:

- а) для створа реки на 1 км выше поселка;
- б) для створа реки на 1 км ниже города Б;
- в) для створа реки на 1 км выше поселка и города С.;
- г) расчет не производится, требования предъявляются к сточным водам.

9. Сброс городских сточных вод намечен в реку ниже города. Вниз по течению реки в 5 км расположен город А., использующий воду реки в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, а в 10 км — расположен поселок с водоснабжением из подземного источника. Расчет санитарных условий спуска сточных вод необходимо проводить...

Варианты ответа:

- а) для створа реки на 0,5 км выше города А;
- б) для створа реки на 0,5 км выше города А и поселка;
- в) для створа реки на 0,5 км выше поселка;
- г) расчет не производится, требования предъявляются к сточным водам.

10. «Спдк» в уравнении $C_{ст.} = (a \times Q) / q \times (C_{пдк} - C_p) + C_{пдк}$ означает...

Варианты ответа:

- а) концентрацию загрязнителя в контрольном створе водоема;
- б) концентрацию загрязнителя в водоеме выше места спуска сточных вод;
- в) допустимую к спуску концентрацию загрязнителей в сточной воде.

11. «Ср» в уравнении $C_{ст.} = (a \times Q)/q \times (C_{пдк} - C_p) + C_{пдк}$ означает...

Варианты ответа:

- а) концентрацию загрязнителя в воде водоема выше места спуска сточных вод;
- б) концентрацию загрязнителя в контрольном створе водоема;
- г) допустимую к спуску концентрацию загрязнителя в сточной воде.

12. «Сст.» в уравнении $C_{ст.} = (a \times Q)/q \times (C_{пдк} - C_p) + C_{пдк}$ означает...

- а) концентрацию загрязнителя в воде водоема выше места спуска сточных вод;
- б) концентрацию загрязнителя в контрольном створе водоема;
- в) допустимую к спуску концентрацию загрязнителя в сточной воде.

13. Гигиеническая эффективность очистки сточных вод оценивается по концентрации...

- а) загрязнений в сточной воде после очистки;
- б) загрязнений в воде водоема в месте спуска;
- в) загрязнений в воде водоема на 0,51 км выше первого пункта водопользования вниз по течению реки;
- г) загрязнений в воде водоема выше места спуска сточных вод.

14. К отстойникам для механической очистки сточных вод и переработки осадка относятся...

Варианты ответа:

- а) септик;
- б) горизонтальный отстойник;
- в) вертикальный отстойник;
- г) радиальный отстойник.

15. К сооружениям, применяемым для механической очистки сточных вод, относятся...

Варианты ответа:

- а) биофильтры;
- б) горизонтальный отстойник, песколовка, решетки;
- в) аэрофильтры;
- г) поля фильтрации.

16. В биокоагуляторе происходят следующие процессы:

Варианты ответа:

- а) аэрация и отстаивание сточной жидкости;
- б) обеззараживание сточной жидкости;
- в) переработка осадка.

17. К технологическим мероприятиям в системе мероприятия по уменьшению загрязнений водоемов промышленными сточными водами относятся...

Варианты ответа:

- а) раздельное канализование цехов предприятий;
- б) создание замкнутых систем водоснабжения;
- в) физические химические приемы очистки сточных вод.

18. К группе санитарно-технических мероприятий в системе мероприятий по уменьшению загрязнения водоемов промышленными сточными водами относятся...

Варианты ответа:

- а) разработка малоотходных технологических процессов;
- б) механическая, биологическая очистка и обеззараживание сточных вод;
- в) регулирование сброса сточных вод.

19. К сооружениям для биологической очистки сточных вод в природных условиях относятся...

Варианты ответа:

- а) аэротенки;
- б) аэрофилтры;
- в) биокоагуляторы;
- г) биологические пруды.

20. К сооружениям, моделирующим биологическую очистку сточных вод с интенсификацией процесса, относятся...

Варианты ответа:

- а) аэротенки;
- б) аэрофилтры;
- в) биокоагуляторы;
- г) биологические пруды.

21. Гигиеническую эффективность очистки сточных вод можно считать достаточной, если...

Варианты ответа:

- а) эффективность работы очистных сооружений более 90 %;
- б) эффективность работы очистных сооружений более 98 %;
- в) концентрация химических веществ в контрольных створах не превышает ПДК.

22. Гигиеническую эффективность очистки сточных вод при сбросе их в черте города можно считать достаточной, если...

Варианты ответа:

- а) эффективность работы очистных сооружений более 90 %;
- б) эффективность работы очистных сооружений более 98 %;

в) концентрация химических веществ в сточных водах после очистки не превышает ПДК;

г) концентрация химических веществ выше ближайшего пункта водопользования соответствует ПДК.

23. Состав городских сточных вод, поступающих на станцию аэрации, не зависит от...

Варианты ответа:

а) величины населенного пункта;

б) системы канализации населенного пункта;

в) наличия локальной очистки на промышленных объектах города;

г) размера селитебной зоны.

24. Величина санитарно-защитной зоны станции по очистке сточных вод зависит от...

Варианты ответа:

а) благоустройства территории СЗЗ;

б) рельефа местности;

в) производительности и состава очистных сооружений.

Ответы к тестовым заданиям

1	б	13	в
2	а	14	а
3	а	15	б
4	б	16	а
5	в	17	б
6	в	18	б
7	в	19	г
8	в	20	а
9	а	21	в
10	а	22	в
11	а	23	г
12	в	24	в

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Мазаев, В. Т.* Коммунальная гигиена / В. Т. Мазаев, А. А. Королев, Т. Г. Шлепина; под ред. В. Т. Мазаева. — М.: ГОЭТАР-Медиа, 2005. — 304 с.
2. *Гончарук, Е. И.* Гигиеническое нормирование химических веществ в почве: руководство / Е. И. Гончарук, Г. И. Сидоренко. — М.: Медицина, 1986. — 320 с.

Дополнительная

3. Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь — 2006. № 782/1206.
4. Санитарные правила и нормы 2.1.2.12-33-2005. гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
5. Санитарные правила для систем водоотведения населенных пунктов 2.1.5.12-43-2005.
6. Инструкция 2.1.5.11-10-7-2004. Санитарный надзор за обеззараживанием сточных вод ультрафиолетовым излучением.
7. *Климович, С. В.* Подходы к оценке рекреационной пригодности поверхностных водоемов / С. В. Климович, В. Н. Бортновский // Проблемы здоровья и экологии. — 2008. — № 2 (16). — С. 128–132.
8. Оценка безопасности для здоровья населения водных объектов, используемых в рекреационных целях: новые подходы / В. И. Ключенович [и др.] // Проблемы здоровья и экологии. — 2008. — № 4 (18).

Приложение А

к Санитарным правилам и нормам
2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические
требования к охране поверхност-
ных вод от загрязнения»

*Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов
в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового
и рекреационного водопользования*

Определяемые показатели	Категории водопользования	
	Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
Взвешенные вещества ¹	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на	
	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
	Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5 %. Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются	
Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
	20 см	10 см
Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые:	
	непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5–8,5	
Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм ³ , в т.ч.: Хлоридов — 350 мг/дм ³ ; Сульфатов — 500 мг/дм ³	
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм ³ в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня	
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	Не должно превышать при температуре 20°С:	
	2 мгО ₂ /дм ³	4 мгО ₂ /дм ³

Определяемые показатели	Категории водопользования	
	Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	Не должно превышать:	
	15 мгО ₂ /дм ³	30 мгО ₂ /дм ³
Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	
Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	
Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	Не должны содержаться в 25 дм ³ воды	
Термотолерантные колиформные бактерии ²	Не более 100 КОЕ/100 см ³	
Общие колиформные бактерии ²	Не более 1000 КОЕ/100 см ³	Не более 500 КОЕ/100 см ³
Колифаги ²	Не более 10 БОЕ/100 см ³	
Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии ³	Сумма (А _і / УВ _і) ≤ 1	

Примечания:

1. Содержание в воде взвешенных веществ не природного происхождения (хлопья гидроксидов металлов, образующихся при обработке сточных вод, частички асбеста, стекловолокна, базальта, капрона, лавсана и т. д.) не допускается.

2. Для централизованного водоснабжения; при нецентрализованном питьевом водоснабжении вода подлежит обеззараживанию.

3. В случае превышения указанных уровней радиоактивного загрязнения контролируемой воды проводится дополнительный контроль радионуклидного загрязнения в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности;

А_і — удельная активность і-го радионуклида в воде;

УВ_і — соответствующий уровень вмешательства для і-го радионуклида.

Приложение Б

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водных объектов

Наименование вещества	Лимитирующий показатель вредности	ПДК, мг/дм ³	Класс опасности
Анилин	С.-т.	0,1	2-й
Медь	Орг.	1,0	3-й
Свинец	С.-т.	0,03	2-й
Хром (Cr ³⁺)	С.-т.	0,05	3-й
Цианиды	С.-т.	0,1	2-й
Циклогексанол	С.-т.	0,5	2-й
Циклогексанон	С.-т.	0,2	2-й
Цинк	Общ.	1,0	3-й

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Этапы и методы очистки городских сточных вод.....	4
Обследование станции очистки городских сточных вод.....	15
Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.....	20
Условия выпуска сточных вод в водные объекты.....	27
Методика гигиенической экспертизы проектов канализации населенных мест.....	34
Тестовые задания по разделу «Санитарная охрана поверхностных вод от загрязнения».....	42
Ответы к тестовым заданиям.....	47
Литература.....	47
Приложения.....	48

Учебное издание

Климович Сергей Викторович
Мамчиц Людмила Павловна
Бортновский Владимир Николаевич

САНИТАРНАЯ ОХРАНА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Учебно-методическое пособие для студентов,
обучающихся по специальности «Медико-профилактическое дело»

Редактор *Т. Ф. Рулинская*
Компьютерная верстка *А. М. Елисеева*

Подписано в печать 08.06.2009
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная 65 г/м². Гарнитура «Таймс»
Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 3,3. Тираж 70 экз. Заказ № 158

Издатель и полиграфическое исполнение
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
246000, г. Гомель, ул. Ланге, 5
ЛИ № 02330/0549419 от 08.04.2009

