

Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования «Донбасская национальная академия строительства и  
архитектуры»

**СОГЛАСОВАНО**

Первый заместитель министра  
образования и науки Донецкой  
Народной Республики

М.Н. Кушаков

17 10 2016 г.



**УТВЕРЖДЕНО**

Приказ ГОУ ВПО «Донбасская  
национальная академия  
строительства и архитектуры»

« 20 » 10 2016 г. № 43/01-9

**ПРОГРАММА**

**кандидатского экзамена для аспирантов и соискателей ученой степени  
кандидата наук по специальности 05.23.04 «Водоснабжение,  
канализация, строительные системы охраны водных ресурсов»**

## **Введение**

Программа кандидатского экзамена составлена на основании паспорта научной специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

Настоящая программа базируется на двух основных разделах: водоснабжение и водоотведение.

Программой предусмотрено, что соискателями ученой степени кандидата технических наук должны быть проработаны проблемы и основные направления развития систем водоснабжения и водоотведения в целом, постановки и анализа научных и инженерных задач, теоретические основы проектирования систем распределения и отведения, очистки и обработки природных и сточных вод, вопросы комплексного использования и санитарной охраны природных источников, особенности проектирования, устройства систем водоснабжения и водоотведения промышленных предприятий, обработка и сточных вод отдельных отраслей промышленности, обработка осадков природных и сточных вод.

Согласно программе должны быть проработаны вопросы постановки будущей научно-исследовательской работы, обработки результатов исследования, обоснования цели и задачи научно-исследовательских работ.

Кроме того, к данной программе экзамена кандидатского минимума по специальности 05.23.04 предусматриваются дополнительные вопросы, учитывающие особенности конкретной диссертационной работы.

### **1. Водоснабжение**

Вода и ее роль в развитии современного общества. Санитарное и экономическое значение водоснабжения. Понятие о системе водоснабжения, как о комплексе инженерных и санитарно-гигиенических мероприятий. Современные масштабы водопотребления. Исторический обзор развития водопроводной техники. Развитие систем водоснабжения в странах СНГ и дальнего зарубежья. Кооперирование различных объектов, потребляющих воду для устройства районных систем водоснабжения. Взаимосвязь между отдельными отраслями народного хозяйства в отношении использования воды. Принципы комплексного решения хозяйственных проблем.

Достижения науки и техники в области водоснабжения. Перспективы и проблемы дальнейшего развития систем водоснабжения населенных мест.

Решения правительства Донецкой Народной Республики о развитии водного хозяйства и дальнейшем улучшении охраны природы, водных ресурсов и рациональном использовании воды.

Республиканские и международные организации, занимающиеся вопросами экологии водных ресурсов, их задачи и роль в решении проблем.

#### **1.1. Определение объемов водопотребления населенных мест:**

Основные категории водопотребления. Расходование воды на хозяйственно-питьевые, противопожарные и другие нужды. Влияние

различных факторов на величину удельного потребления воды. Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления и их обоснование. Санитарные и экологические обоснования требований к качеству воды, используемой для различных нужд населения. Влияние качества используемой воды на экономические показатели. Методы определения количеств потребляемой воды на различные нужды. Определение расчетных суточных объемов водопотребления.

## **1.2. Общая характеристика природных источников водоснабжения**

Основные категории природных источников, используемых для водоснабжения и их общая характеристика. Подземные воды Донбасса. Канал Северский Донец – Донбасс. Требования к источникам в отношении обеспеченности требуемых количеств воды.

Характеристика и санитарная оценка качества воды основных категорий природных источников. Влияние жизнедеятельности людей на состояние природных источников. Основные причины и характер загрязнения источников. Загрязнение источников сточными водами промышленности. Меры по охране и защите источников от загрязнения.

Законодательство по вопросам рационального использования природных водных ресурсов, и их защита от истощения и загрязнения.

## **1.3. Общие сведения о системах водоснабжения**

Общая схема водоснабжения и ее составные элементы. Роль основных сооружений систем водоснабжения. Возможность оборота и повторного использования воды в промышленности. Схемы оборотных систем водоснабжения. Значение оборота, как меры по сокращению расходования свежей воды и сокращение сбросов в природные водоемы загрязненных стоков.

Принципы комплексного решения схем водоснабжения населенных мест с учетом нужд всех типов потребителей. Специальные противопожарные требования к системам водоснабжения.

Групповые и районные системы водоснабжения и их экономическое значение. Классификация систем водоснабжения.

### **1.3.1. Режим работы систем водоснабжения**

Режим водопотребления. Методы изучения фактического режима водопотребления в действующих системах водоснабжения.

Причины, влияющие на величину коэффициентов часовой неравномерности водопотребления. Режим расходования воды промышленными предприятиями.

Построение суммарных графиков водопотребления.

Режим расходования воды на пожаротушения.

Назначение режима подачи воды в зависимости от принятых графиков водопотребления.

Насосные станции, как элементы системы, определяющие режим работы отдельных водопроводных сооружений.

Построение графиков подачи воды. Режим работы различных систем водоснабжения в отношении напоров.

Роль водонапорных башен и резервуаров чистой воды, как аккумулятора в системах водоснабжения. Методы определения емкостей баков, башен и резервуаров. Выбор наивыгоднейших режимов подачи воды.

Роль башен и резервуаров, как запасных и аварийных емкостей. Понятие о требуемом свободном напоре в системе водоснабжения.

Построение пьезометрических линий и характер их расположения при различных расположениях башен.

Выбор вариантов для расчета систем водоснабжения. Научные основы разработки режимов работы систем водоснабжения.

### **1.3.2. Общие принципы проектирования водопроводных сетей**

Классификация сетей. Надежность работы систем подачи и распределения. Методы и научные подходы к решению вопросов надежности систем водоснабжения.

### **1.3.3. Теоретические основы и методы расчета водопроводных сетей**

Определение диаметров и потерь напора на отдельных линиях. Методы отбора воды из сети. Упрощенная расчетная схема равномерной по длине водоотдачи, принимаемая при расчете сетей городского водопровода. Выделение крупных потребителей.

Понятие удельных расходов (на единицу длины линии). Путевые, транзитные и расчетные расходы участков сети. Приведение путевых расходов к узловым. Определение диаметров линий сети в зависимости от расхода и экономических факторов. Выражение наивыгоднейшего диаметра независимо от работающей линии.

Основные экономические факторы, влияющие на величину диаметра труб. Использование таблиц «предельных расходов для приближенного выбора экономических диаметров.

Определение потерь напора в водопроводных трубах. Гидравлическая характеристика работы водопроводных труб из различных материалов. Изменение гидравлических сопротивлений водопроводных труб в процессе эксплуатации. Методы определения напора в трубах; удельное сопротивление, таблицы, графики.

Гидравлический расчет водопроводных сетей. Общая задача гидравлического расчета сети.

Теория расчета кольцевых водопроводных сетей. Выделение системы магистральных линий. Учет требований бесперебойности подачи воды при назначении необходимого распределения потоков воды по сети. Теория и методы увязки кольцевых сетей: методы Лобачева-Кросса, Андрияшева М.М. и др.

Особенности расчета разветвленных сетей.

Использование электронно-вычислительной техники для расчета водопроводных сетей

Составление пьезокарт сети и карт изолиний от свободных напоров. Проведение манометрических съемок сети.

#### **1.3.4. Особенности проектирования и расчета зонных водопроводов**

Область применения зонных водопроводов. Техничко-экономическое обоснование зонирования водопроводов. Основные типы зонных систем. Дополнительные сооружения, необходимые при устройстве зонных систем. Станция подкачки для возвышенных районов при водоснабжении больших территорий. Особенности зонирования гравитационных водопроводов; возможность утилизации гидравлической энергии в гравитационных системах водоснабжения.

#### **1.3.5. Устройство водопроводной сети**

Основные типы водопроводных труб. Достоинства и недостатки. Техничко-экономический анализ различных типов труб. Глубина заложения и укладка водопроводных труб.

Арматура и сооружения на сети. Новые типы водопроводной арматуры, применяемой на практике. Колодцы и их конструкции. Современные конструктивные решения и способы перехода через естественные и искусственные препятствия.

#### **1.3.6. Водоводы и каналы**

Классификация сооружения для транспортирования воды. Область применения различных типов транспортирующих воду сооружений.

Особенности устройства водопроводных каналов и гравитационных водоводов для транспортирования воды в системах водоснабжения. Фильтрация и испарение воды из каналов.

Области применения различных видов транспортирующих воду сооружений.

#### **3.1.7. Водонапорные башни и резервуары**

Схема устройства водонапорной башни. Основные элементы башни. Типы башен, их материал и конструкция. Оборудование башен трубами и арматурой.

Напорные и безнапорные резервуары. Материалы и конструкция и оборудование резервуаров.

Понятие о пневматических системах водоснабжения.

#### **1.4. Сооружения для приема воды из поверхности источников**

Речные водозаборные сооружения. Условия приема воды из рек и выбор места расположения водоприемных сооружений.

Водоприемные сооружения берегового типа, примеры конструктивных решений преимущества и недостатки, условия применения.

Водопроводные сооружения руслового типа. Оголовки. Береговые колодцы. Промывка самотечных линий. Достоинства и недостатки водоприемных сооружений руслового типа, область их применения. Типы временных водоприемных сооружений. Обеспечение мероприятий по рыбоохроне при устройстве водоприемных сооружений.

Особенности приема воды из водохранилищ, озер, морей, горных рек и рек с малой глубиной.

Устройства для грубой механической очистки воды в водоприемных сооружениях. Методы борьбы с глубинным льдом и шугой, обрастаниями. Рыбозащита. Берегоукрепление.

### **1.5. Сооружения для забора подземных вод**

Классификация способов захвата подземных вод. Трубчатые колодцы, конструкция колодцев и их расчет. Фильтры буровых колодцев. Бесфильтровые колодцы. Схемы водосборов. Выбор места расположения водосборов. Шахтные колодцы, их конструкция и расчеты. Схемы водосборов с применением шахтных колодцев. Лучевые водосборы, их конструкция и расчеты.

Горизонтальные водосборы, их основные типы, конструкция и расчет.

Каптаж ключей, восходящих и нисходящих. Шахтные воды и их использование для водоснабжения.

Водосборы инфильтрационного типа.

Искусственное увеличение дебета подземных вод.

### **1.6. Организация и содержание зон санитарной охраны**

Законодательство ДНР по рациональному использованию и защите водных источников от загрязнения и охране здоровья населения, пользующегося водой.

Организация и содержание зон санитарной охраны при использовании.

### **1.7. Улучшение качества воды**

#### **1.7.1. Оценка качества природной воды и основные методы ее обработки**

Роль и значение улучшения качества воды. Требования к качеству питьевой воды. Методы и технологические процессы обработки питьевой воды, основные функции водоочистных сооружений. Основные технологические схемы улучшения качества воды и принципы их выбора.

#### **1.7.2. Коагулирование примесей воды и сооружения для коагуляции**

Роль процесса коагуляции в технологии улучшения качества воды, теория и сущность. Основные факторы, определяющие ход процесса коагуляции в свободном объеме воды. Методы интенсификации процесса коагулирования. Электрохимическое коагулирование, основные закономерности процесса. Контактная коагуляция примесей воды, основные закономерности процесса. Реагенты, применяемые в технологии обработки природных вод. Определение расчетных доз реагентов по результатам технологического анализа исходной воды или аналитическим путем. Последовательность введения реагентов в воду. Реагентное хозяйство, принципиальные схемы решения его организации. Хранение реагентов в сухом и жидком виде, склады реагентов. Приготовление растворов и суспензий реагентов. Дозирование реагентов для обрабатываемой воды.

Классификация дозаторов. Конструкция дозаторов. Смесители, конструкции. Камеры реакции, назначение, конструкции.

### **1.7.3. Осаждение примесей воды**

Осветление воды осаждение, теоретические основы процесса. Отстойники, устройства и методика их расчета. Обработка воды в слое взвешенного осадка, теоретические основы процесса. Конструкции осветлителей со взвешенным осадком, их технологическая оценка, область применения и методика расчета. Интенсификация работы осветлителей.

### **1.7.4. Обработка воды фильтрованием**

Понятие о фильтровании воды, объемное и пленочное фильтрование. Теоретические основы процесса фильтрования воды через зернистые материалы. Классификация и типы фильтров, принцип их действия, область применения. Микрофильтры и барабанные сетки. Акустические фильтры. Намывные фильтры. Скорые открытые и напорные фильтры, их устройство и расчет. Конструктивные элементы скорых фильтров. Промывка фильтров, способы подачи промывной воды. Фильтрующие материалы. Оборудование скорых фильтров. Пути повышения грязеемкости скорых фильтров. Сверхскоростные напорные фильтры, самопромывающиеся фильтры, особенности их устройства и работы, их расчет. Область применения. Контактные осветлители и контактные фильтры, устройство, конструкции, область применения и методика расчета.

### **1.7.5. Обеззараживание воды**

Методы обеззараживания воды, их классификация, область применения. Обеззараживание воды сильными окислителями, механизм действия. Обеззараживание воды хлором и его производными, химизм процесса. Определение доз хлора и времени контакта. Места введения хлора в обрабатываемую воду. Организация хлорного хозяйства. Схемы обеззараживания воды жидким хлором, хлорной известью, гидрохлоритами натрия или кальция, получаемые методом электролиза, двуокисью хлора. Обеззараживание воды озоном, химизм процесса, технологическая схема. Приготовление озоноздушной смеси и способы ее смешения с обрабатываемой водой. Рекуперация озона. Обеззараживание воды перманганатом кальция и йодом, технология. Область применения. Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами, сущность процесса, схемы и конструкции аппаратов, область применения. Обеззараживание воды ионами серебра, ультразвуком, электротоком высокой частоты и т.п. Технико-экономическая оценка методов обеззараживания воды.

### **1.7.6. Устранение запахов, привкусов и токсических микрозагрязнений воды**

Общие сведения о причинах возникновения нежелательных привкусов и запахов. Методы борьбы с нежелательными привкусами и запахами, их классификация, область применения. Аэрирование воды. Использование сильных окислителей при удалении привкусов и запахов, химизм процесса, технологические схемы. Дозы окислителей и выбор места их введения в обрабатываемую воду. Сорбционный метод дезодорации воды с

использованием суспензии активного порошкообразного угля или путем фильтрования через гранулированный активизированный уголь. Особенности устройства и работы угольных фильтров. Регенерация активного угля. Окислительно-сорбционный метод дезодорации воды, его сущность и область применения.

#### **1.7.7. Фторирование и обесфторивание воды**

Гигиенические нормативы содержания фтора в питьевой воде, его влияние на организм человека. Технология фторирования воды. Классификация методов фторирования воды. Выбор реагента для фторирования воды, определение его дозы и места введения в обрабатываемую воду. Аппаратура для приготовления растворов фторсодержащих реагентов и их дозирование. Технология обесфторивания воды, химическая сущность процессов. Классификация методов обесфторивания питьевой воды, их технологическая и экономическая оценка. Технологическая схема и сооружения для обесфторивания воды.

#### **1.7.8. Обезжелезивание и деманганация воды**

Генезис железа в природных водах. Классификация методов обезжелезивания природных вод, их сущность. Технологические схемы и сооружения для удаления железа из воды. Технологический анализ воды с целью выбора метода и сооружений для обезжелезивания воды. Удаление железа из шахтных и оборотных вод, обезжелезивание конденсата теплосиловых станций и минерализованных вод. Генезис марганца в природных водах. Классификация методов деманганации природных вод, их сущность, химизм процессов. Технология и сооружения для удаления марганца из воды. Совместное удаление из воды железа и марганца. Совместное удаление из воды железа и фтора.

#### **1.7.9. Контроль процессов очистки природных вод**

Организация контроля качества воды. Контроль процессов предварительной обработки воды. Контроль процесса коагулированием. Контроль процессов осветления воды в отстойниках и осветлителях со взвешенным осадком. Контроль процесса фильтрования воды. Контроль процессов обеззараживания воды.

#### **1.7.10. Обработка осадков природных вод.**

Методы и процессы обработки осадков. Утилизация осадков.

### **1.8. Системы водоснабжения промышленных предприятий**

#### **1.8.1. Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения**

Научные основы процесса охлаждения воды. Системы циркуляции воды. Тепловой расчет. Основные сооружения. Брызгальные бассейны. Градирни. Водохранилища-охладители. Основы теплового расчета. Сравнение и выбор устройств. Обработка охлаждающей воды. Причины и виды застоя труб и охлаждающих аппаратов. Методы борьбы с биообрастанием систем водяного охлаждения. Понятие о стабильности воды, способы определения. Научные основы и химизм процессов коррозии металлов. Магнитная обработка воды. Причины и виды загрязнений



конденсата тепловых станции. Методы удаления из конденсата меди и железа, масел.

#### **1.8.2. Дегазация воды**

Сущность процесса и методы удаления из воды растворенных газов. Технология и аппаратура физических химических и биологических методов дегазации воды.

#### **1.8.3. Умягчение воды**

Технологические основы процесса. Методы умягчения воды. Термический метод, установки. Реагентный метод, технологические схемы, параметры установок. Термохимический метод. Умягчение воды катионированием. Сущность процесса, катиониты, технологические схемы. Конструкции катионитных фильтров, их регенерация. Умягчение воды диализом, электрохимическим способом. Обоснование выбора метода умягчения воды.

#### **1.8.4. Обессоливание воды**

Сущность процесса, классификация, область применения. Обессоливание воды дистилляцией. Ионообменное обессоливание воды. Получение ультрачистой воды. Обессоливание воды электродиализом. Обессоливание воды обратным осмосом. Сущность процессов, область применения, аппаратное оформление. Технико-экономическая оценка методов обессоливания воды.

#### **1.8.5. Удаление из воды кремниевой кислоты**

Технология удаления из воды кремниевой кислоты. Сорбционное обескремнивание воды. Сущность метода, реагенты, технологическая схема, сооружения и их расчет. Фильтрационное обескремнивание. Обескремнивание анионитами. Сущность метода, схемы, сооружения и расчет. Технико-экономическая оценка методов обескремнивания воды.

#### **1.8.6. Особенности водоснабжения предприятий различных отраслей промышленности**

Системы и схемы водоснабжения тепловых электростанций. Водоснабжение предприятий черной и цветной металлургии, коксохимического производства. Водоснабжение доменного, сталеплавильного, прокатных цехов металлургического комбината.

#### **1.8.7. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов**

Принципы создания замкнутых систем производственного водоснабжения. Экономические и экологические преимущества замкнутых систем водоснабжения.

Санитарно-гигиеническая оценка оборотных вод. Использование сбросных вод в водоснабжении промышленных предприятий, комплексов и районов. Методы очистки сбросных вод используемых в замкнутых системах водоснабжения. Формирование солевого состава воды в оборотных системах водоснабжения и стабилизация ионного состава оборотной воды. Очистка сбросных вод на локальных установках. Коагулирование примесей сбросных вод. Адсорбционная, экстракционная и

термическая обработка сбросных вод. Третичная очистка сбросных вод и корректировка их минерального состава. Деминерализация и умягчение сбросных вод после их адсорбционной доочистки.

## **2. Водоотведение**

Удаление сточных вод с территории населенных мест и промышленных предприятий для охраны чистоты почвы, воздуха, воды. Взаимосвязь водоотведения с водоснабжением, городским благоустройством и промышленным строительством. Санитарное, экономическое и экологическое значения водоотведения. Развитие систем водоотведения в странах СНГ и дальнего зарубежья. Комплексное решение проблем водоснабжения, водоотведения, обводнения, орошения.

Решения Правительства ДНР по повышению благоустройства жилищ, улучшению бытовых условий населения. Достижения науки и техники в области водоотведения. Перспективы и пути развития строительства систем водоотведения.

### **2.1. Схемы и системы водоотведения**

Общая схема водоотведения города (поселка) и ее основные элементы.

Системы водоотведения: общесплавная, раздельная (полная, неполная, полураздельная) и комбинированная. Сравнительная санитарно-техническая и экономическая оценка систем водоотведения.

Общая схема водоотведения промышленного предприятия. Схема решения районного водоотведения комплекса жилой застройки и ряда промышленных предприятий.

Основы гидравлического расчета водоотводящей сети. Особенности течения жидкости в водоотводящей сети. Основы гидравлического расчета самотечной водоотводящей сети. Расчетные формулы. Расчет напорных водоводов и дюкеров. Формы поперечных сечений труб. Минимальные и максимальные скорости, уклоны, наполнения.

### **2.2. Водоотводящая сеть населенных мест**

Проект планировки города (поселка) и генплан промышленного предприятия - основы проектирования водоотведения. Границы водоотведения. Очередность строительства. Расчетное население. Нормы водоотведения. Коэффициенты неравномерности. Определение расчетных расходов сточных вод. Градиент колебания расходов.

Схемы водоотводящих сетей. Проектирование схем водоотводящей сети. Трассировка уличной сети. Расположение водоотводящих труб в поперечном сечении проездов.

Минимальная и максимальная глубина заложения труб. Определение расчетных расходов для участков сети. Расчет и построение продольных профилей участков сети. Конструирование сети. Разработка вариантов сети и их технико-экономическое сравнение. Применение вычислительной техники для расчета канализационных сетей.

#### **2.2.1. Дождевая сеть (водостоки)**

Назначение дождевой сети. Внутренние и наружные водостоки. Состав сточных вод, принимаемых в дождевой сети. Использование дождевой сети для отвода условно чистых производственных сточных вод. Метеорологические основы расчета дождевой сети. Атмосферные осадки и их количество. Дождемеры. Интенсивность, продолжительность, повторяемость дождей и зависимость между этими показателями. Первичная обработка записей выпадения дождей. Период повторяемости расчетного дождя. Формула расчетных интенсивностей.

Коэффициент стока. Концентрация стока. Определение расчетных расходов. Метод расчета предельных интенсивностей. Гидравлический расчет и построение продольных профилей. Расчет дождевой сети, работающей под напором. Нормы на проектирование дождевой сети. Техничко-экономическое сравнение вариантов дождевой сети.

#### **2.2.2. Сеть общесплавной системы водоотведения**

Проектирование схем водоотводящей сети. Определение расчетных расходов. Ливнеспуски и их расчет. Нормы проектирования сети общесплавной системы водоотведения.

#### **2.2.3. Устройство водоотводящих сетей**

Требования, предъявляемые к материалу труб сети и коллекторов. Материалы труб и способы их соединения. Коллекторы из сборных железобетонных элементов и пресс-бетона. Защита труб и каналов от агрессивного действия сточных вод и грунтовых вод. Устройство оснований. Инфильтрация и эксфильтрация. Вентиляция сети.

Смотровые и перепадные колодцы. Соединительные камеры. Промывные колодцы. Дождеприемники. Присоединение внутриквартальных и дворовых сетей к уличным. Безколодезные присоединения. Сопряжения труб и каналов в колодцах. Переходы через реки и овраги. Переходы под железными и автомобильными дорогами и трамвайными путями. Пересечения с подземными сооружениями. Эстакады. Выпуски дождевых вод в водоемы. Типы и стандарты сооружений на водоотводящей сети.

#### **2.2.4. Особенности устройства водоотводящих сетей в особых условиях**

Особенности устройства водоотводящих сетей в районах мерзлоты, сейсмических районах, оползневых зонах и в условиях подрабатываемых грунтов.

### **2.3. Очистка сточных вод**

#### **2.3.1. Состав и свойства сточных вод**

Состав сточных вод. Нерастворимые, коллоидные и растворимые вещества в сточных водах. Санитарно-химический анализ сточных вод. Оседающие и неоседающие вещества в сточных водах. Осадок сточных вод и его количественная и качественная характеристики. Процессы нитрификации и денитрификации, их значение при очистке сточных вод. Растворение и потребление кислорода в воде водоема. Определение

концентрации загрязнения сточных вод. Использование сточных вод в промышленности и сельском хозяйстве.

### **2.3.2. Водоемы, их охрана от загрязнений.**

Процессы самоочищения водоемов. Условия спуска сточных вод в водоемы. Влияние выпадающего осадка и ядовитых веществ на состояние водоемов. Бактериальное самоочищение водоемов. Определение необходимой степени очистки сточных вод для водоемов питьевого, культурно-бытового водопользования и рыбохозяйственного значения. Определения загрязнения на основе предельно допустимых концентраций (ПДК) и (ПДС).

### **2.3.3. Механическая очистка сточных вод**

Сооружения для механической очистки. Решетки. Комбинированные решетки-дробилки. Их расчет и конструкция. Песколовки. Методы расчета и конструкции. Отстойники. Методы их расчета и конструкции. Техно-экономические условия и пути усовершенствования конструкции.

### **2.3.4. Предварительная аэрация и биокоагуляция сточных вод**

Преаэраторы, методы их расчета и конструкции. Биокоагуляторы, работающие на активном иле и иле после биофильтров. Осветители естественной аэрации: методы их расчета и конструкция. Тонкослойные отстойники. Техно-экономические показатели работы сооружений и пути их усовершенствования.

### **2.3.5. Обработка, обезвреживание и использование осадка**

Сооружения для обработки осадка. Процессы обработки осадков. Септики, их расчет и конструирование. Осветлители - перегневатели, их расчет и конструкции. Типы метантенков. Расчет метантенков и вспомогательных устройств. Конструкция метантенков. Аэробные стабилизаторы: расчет и конструирование. Типы иловых площадок. Механизация удаления ила. Иловые пруды и условия их применения. Перекачка илов и осадка сточных вод. Механическое обезвоживание осадка сточных вод. Термическая обработка осадков. Сушка осадков в кипящем слое. Использование осадка сточных вод для сельскохозяйственных целей. Утилизация осадков канализационной станции. Техно-экономические показатели обработки, ликвидации и утилизации осадка.

### **2.3.6. Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях**

Поля орошения и фильтрации, биологические пруды. Классификация полей орошения и фильтрации. Методы расчета и устройство. Нормы нагрузки. Распределение сточных вод. Отвод очищенных сточных вод. Биологические пруды, метод их расчета и устройство. Техно-экономическое обоснование применения.

### **2.3.7. Биологическая очистка сточных вод в искусственно созданных условиях. Биофильтры**

Классификация биологических фильтров. Биофильтры с пластмассовой загрузкой, их расчет и конструкции. Вентиляция биофильтров. Принцип работы высоконагружаемых фильтров.

Рециркуляция. Методы расчета биофильтров по окислительной мощности. Расчет высоконагружаемых фильтров по методу АКХ, МИСИ. Конструкции биофильтров обычных и высоконагружаемых. Распределение сточных вод по биофильтрам. Техничко-экономические показатели работы биофильтров. Аэротенки. Существующие схемы работы аэротенков, технологические показатели и принцип их работы. Аэротенки с неравномерно распределенной подачей сточной воды, аэротенки смесители, аэротенки-отстойники. Аэротенки с длительной аэрацией. Окситенки. Методы расчетов аэротенков. Существующие конструкции аэротенков с пневматической аэрацией. Способ подачи воздуха при помощи перфорированных труб, фильтросных пластин, купольных диффузоров и др. Интенсивность аэрации дутьем. Аэрация по спирали, бороздой и гребнем. Расчет воздухопроводов. Аэротенки с механической и пневмомеханической аэрацией. Техничко-экономические показатели работы различных типов аэротенков.

### **2.3.8. Методы для доочистки биологически очищенных сточных вод**

Методы удаления взвешенных веществ. Фильтры, их конструкции и расчет. Микрофильтрация. Методы и схемы очистных сооружений для глубокой очистки от азота и фосфора. Методы химической и физико-химической доочистки воды от остаточных загрязнений. Выбор метода доочистки в зависимости от вида сточных вод.

### **2.3.9. Обеззараживание сточных вод**

Методы обеззараживания сточных вод. Обеззараживание жидким хлором и хлорной известью. Обеззараживание сточных вод озонированием. Контактные резервуары. Выбор места выпуска сточных вод в соответствии с санитарными требованиями. Выпуск очищенных сточных вод в проточные водоемы. Конструкции выпусков. Условия выпуска сточных вод в море и водохранилище. Сооружения для насыщения очищенных сточных вод кислородом.

## **2.4. Водоотведение малых (сельских) населенных мест и отдельно расположенных объектов**

Нормы и режим водоотведения. Особенности проектирования водоотводящих сетей и очистных сооружений при малом количестве сточных вод. Биологическая очистка сточных вод при малом количестве. Поля подземной фильтрации, фильтрующие траншеи с загрузкой их песком (при глинистых грунтах). Особенности окислительных каналов, биологических фильтров и аэротенков, применяемых для очистки малого количества сточных вод. Техничко-экономическое обоснование строительства водоотводящих систем малых населенных мест. Компактные установки для полной биологической очистки сточных вод.

### **2.5. Водоотведение промышленных предприятий**

#### **2.5.1. Системы водоотведения**

Сточные воды промышленных предприятий: их количество, состав и свойства. Выбор системы водоотведения, технико-экономическое

обоснование. Условия сброса сточных вод промышленных предприятий в городскую сеть водоотведения. Самостоятельное водоотведение промышленных предприятий. Системы водоотведения с использованием сточных вод и извлечения из них ценных веществ. Влияние производственных сточных вод на водоотводящую сеть и очистные сооружения. Выбор числа водоотводящих сетей в зависимости от качества сточных вод. Особенности проектирования и устройства водоотводящих сетей и насосных станций для перекачки сточных вод промышленных предприятий. Использование сточных вод для производственного водоснабжения промышленных предприятий и требуемая при этом степень очистки воды, условие спуска производственных сточных вод в водоемы. Комплексное решение водоснабжения и водоотведения промышленных предприятий и населенных мест.

#### **2.5.2. Очистка производственных сточных вод**

Методы очистки производственных сточных вод. Утилизация ценных веществ, содержащихся в сточных водах. Усреднение концентрации расхода производственных сточных вод. Механические, физико-химические и химические методы очистки сточных вод. Смешение. Усреднение, процеживание, отстаивание, фильтрование. Нейтрализация, окисление, адсорбция, коагуляция, флотация, экстракция, ионный обмен, диализ, ультрафильтрация, электрохимические методы. Конструкции применяемых сооружений, основы расчета, пути усовершенствования.

Методы и сооружения по глубокой очистке производственных сточных вод. Удаление азота и фосфора. Использование сточных вод в замкнутой системе различных промышленных предприятий.

#### **2.5.3. Особенности очистки сточных вод предприятий отдельных отраслей промышленности**

Общие схемы и системы водоотведения, компоновка очистных сооружений предприятий: нефтедобывающей и перерабатывающей, нефтехимической, химической, легкой промышленности, металлургической, горно-обогатительной и добывающей отрасли промышленности, рыбоперерабатывающей и др.

#### **2.5.4. Создание бессточных систем водоснабжения промышленных предприятий**

Научно-технические принципы и методологические основы. Закономерности формирования физико-химического состава оборотных вод. Методы очистки и кондиционирования оборотных вод. Системы и схемы замкнутых систем водоснабжения отдельных отраслей промышленности.

#### **2.5.5. Обработка осадков промышленных сточных вод**

Методы и процессы обработки осадков производственных сточных вод. Извлечение ценных компонентов. Обезвреживание и утилизация осадков промышленных сточных вод.

### **2.6. Организация научно-исследовательских работ**

Выбор и формулирование темы. Изучение состояния вопросов. Формулирование целей и задач исследования. Проведение теоретических исследований. Составление методик исследования. Выбор методики и аппаратуры для исследования. Проведение эксперимента. Оформление материалов исследования. Составление таблиц по результатам опытных данных. Методика построения графических зависимостей. Использование математического, гидравлического и технологического модулирования и планирования экспериментов в проблеме водоснабжения. Водоотведения. Очистки природных и сточных вод. Использование компьютерной техники в обработке результатов эксперимента. Использование методов математической статистики, теории вероятности, теории относительности и надежности, основ гидродинамики и др. Построение и составление номограмм.

### Литература

1. Водоснабжение : Учебник для вузов / Н. Н. **Абрамов**. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1982. - 440 с. : ил. - Предм. указ.: с. 431-436.
2. Абрамов Н.Н., Поспелова М.М., Сомов М.А.: Учебное пособие для вузов - 4-е издание. Расчет водопроводных сетей » - М; Стройиздат, 1983-304 с.
3. Водоснабжение/А.Я. Найманов, С.Б. Никиша, Н.Г. Насонкина, Н.П. Омельченко, В.Н. Маслак, Н.И. Зотов, А.А.Найманова. – Донецк, Норд-Пресс, 2004. – 649 с.
4. Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения: учеб.пособие. М.; СПб.: АСВ, 1998. 246 с.
5. Николадзе Г.Н., Сомов М.А. Водоснабжение. М., Стройиздат, 1995 – 688 с.
6. Калицун В.И. Водоотводящие системы и сооружения. Учеб. для Вузов. - М.Стройиздат, 1987-336 с.
7. Яковлев СВ., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация. М. Стройиздат, 1988-532 с.
8. Яковлев СВ., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Вороноз Ю.В. Очистка производственных сточных вод. М. Стройиздат, 1985-312 с.
9. Ю.В. Воронов. Водоотведение и отчистка сточных вод (учебник). М.: изд-во АСВ, 2009 – 708с.
10. М.И.Алексеев и др. Проектирование сетей водоотведения. Учебное пособие УМО: СПб., СПбГАСУ, 2010. 106 с.
11. М.И. Алексеев, А.М. Курганов. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2000. 352 с.