

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 В.В. Смирнов

« 19 » января 2026 г.

ПРОГРАММА

**Вступительного испытания
для поступающих
на программу магистратуры «Инновационные технологии в
водоснабжении и водоотведении»**

Водоснабжение и водоотведение

Иркутск – 2026 г.

Тема 1. Водоснабжение

Раздел включает изучение принципов формирования и функционирования систем водоснабжения населённых пунктов и промышленных объектов. Рассматриваются поверхностные и подземные источники водоснабжения, их санитарно-гигиеническая и гидрологическая оценка, критерии выбора источников.

Изучаются схемы и структуры систем водоснабжения, методы транспортирования и распределения воды, технологии водоподготовки, требования к качеству питьевой воды, а также вопросы надёжности, устойчивости и безопасности систем водоснабжения.

Разделы темы 1:

1.1. Природные источники водоснабжения. Водные ресурсы. Виды природных источников водоснабжения. Требования, предъявляемые к источникам водоснабжения. Характеристика природных водных ресурсов по запасам, дебиту, качеству и санитарно-гигиеническому состоянию. Влияние деятельности человека на состояние природных источников водоснабжения.

1.2. Охрана источников водоснабжения, условия и мероприятия по рациональному их использованию. Охрана природных источников водоснабжения от истощения и загрязнения. Комплексное использование природных источников. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и сооружений систем водоснабжения.

1.3. Сооружения для забора воды из поверхностных источников водоснабжения. Классификация водозаборов из поверхностных источников водоснабжения. Условия забора воды из рек. Сооружения руслового и берегового типа. Выбор места расположения водозаборного узла. Конструкции водозаборов. Технологическое и вспомогательное оборудование водозаборных сооружений. Мероприятия по защите водозаборных сооружений от сора, взвешенных веществ, шуги, донных наносов и льда, нефти. Мероприятия по рыбозащите. Мероприятия по берегоукреплению. Гидравлические расчеты элементов водозаборных сооружений.

1.4. Сооружения для забора воды из подземных источников водоснабжения. Виды водозаборов подземных вод. Условия применения. Скважины, их конструкции и расчет. Оборудование скважин. Схемы сборных водоводов. Шахтные колодцы. Конструкции, расчет. Схемы водоводов с шахтными колодцами. Горизонтальные и лучевые водозаборы, типы, устройство. Расчет. Инфильтрационные сооружения. Классификация способов искусственного пополнения подземных вод, схемы. Сооружения для каптажа подземных вод. Мероприятия по восстановлению производительности водозаборов. Применение ЭВМ для проведения комплексных расчетов водозаборов подземных вод.

1.5. Водозаборные сооружения для приема воды в особых условиях. Забор воды из поверхностных источников водоснабжения в районах вечномёрзлых грунтов. Особенности конструкций водоприемников. Забор воды из высокоомутных и горных рек. Схемы, конструкции водозаборов.

1.6. Водопотребление. Режимы потребления воды. Основные понятия и определения. Потребление воды на хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные и другие нужды. Нормы расходования воды. Методы определения количества потребляемой воды на различные нужды. Требования к качеству воды для различных видов потребителей. Режим потребления воды на хозяйственно-питьевые цели населения. Неравномерность расходования воды во времени и факторы ее определяющие. Понятие о коэффициентах суточной и часовой неравномерности и определение их значений. Взаимосвязь значений коэффициентов неравномерности и режима водопотребления. Табличное и графическое отражение режима водопотребления. Режим расходования воды на производственные и бытовые нужды промышленных предприятий, поливку улиц и зеленых насаждений. Различные виды задания режима водопотребления промпредприятий и населенных пунктов. Определение расчетных средних и максимальных суточных, часовых и секундных расходов.

1.7. Общая схема системы водоснабжения объекта. Основные элементы системы водоснабжения, их роль, функциональная взаимосвязь. Взаимное расположение. Влияние на схему системы водоснабжения вида и расположения источника, рельефа местности, взаимного расположения потребителей, требований к количеству и качеству потребляемой воды, а также требований надежности водоснабжения. Обоснование степени централизации и критерии выбора систем водоснабжения.

1.8. Режимы работы системы водоснабжения. Режим работы отдельных сооружений систем водоснабжения. Их технологическая (функциональная) взаимная связь. Графическое изображение взаимосвязи режимов водоподачи и водопотребления. Роль насосных и очистных станций, водонапорной башни и резервуаров чистой воды в работе системы водоснабжения. Их значение в обеспечении экономичности и надежности работы системы. Определение регулирующих (аккумулирующих), противопожарных и аварийных объемов запасов воды в баке водонапорной башни и резервуарах чистой воды. Определение требуемого свободного напора водопроводной сети и высоты водонапорной башни. Основные расчетные режимы работы систем водоснабжения. Особенности режимов работы системы водоснабжения с несколькими водопитателями и напорно-регулирующими емкостями. Особенности работы и расчета безбашенных систем водоснабжения. Обоснование режимов работы насосных станций и емкостей.

1.9. Общие вопросы проектирования водопроводов и водопроводных сетей. Типы водопроводов и водопроводных сетей. Требования, предъявляемые к ним. Принципы трассировки водопроводных линий. Учет требований надежности функционирования систем подачи и распределения воды. Методы обеспечения требуемой надежности. Модели отбора воды из сетей. Особенности подачи воды магистральными и распределительными линиями кольцевой водопроводной сети. Расчетные режимы отбора воды из

сети. Расчетные схемы отбора воды из сети. Принципы определения диаметров труб водопроводных линий и потерь напора в них. Выражение величины экономических затрат для водопроводных линий (водоводов) при подаче воды насосами и при гравитационной подаче по напорному водоводу. Определение экономически выгодных диаметров труб. Потери напора в трубопроводах. Формулы и таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб из различных материалов. Учет возможного изменения гидравлического сопротивления труб в процессе эксплуатации.

1.10. Теоретические основы и методы гидравлического расчета водопроводных сетей. Свойства водопроводных сетей. Задачи гидравлического расчета кольцевых водопроводных сетей. Предварительное потокораспределение в кольцевых сетях с учетом требования надежности. Теоретические основы гидравлических расчетов водопроводных сетей. Теория и практические методы внутренней увязки кольцевых сетей (В.Г. Лобачева, М.М. Андрияшева и др.). Численные методы поверочных расчетов сетей с учетом их совместной работы с водопотребителями, аккумуляторами воды и при наличии нефиксированных отборов. Анализ и использование результатов расчета сети для определения рабочих давлений, пьезометрических отметок и свободных напоров в ее отдельных точках. Выбор режима работы водопотребителей. Подбор марки насосов. Особенности расчета разветвленных сетей. Особенности расчета гравитационных водоводов. Расчет водовода. Определение числа переключений на водоводах по допустимому снижению подачи воды при аварии. Защита водоводов от гидравлического удара.

1.11. Применение вычислительной техники для расчета и проектирования систем подачи и распределения воды (СПРВ). Задачи оптимизации СПРВ, решаемые с применением ЭВМ. Возможности повышения экономичности и надежности систем подачи и распределения воды благодаря применению ЭВМ. Этапы решения задач расчета системы подачи и распределения воды.

1.12. Принципы технико-экономического расчета водопроводных сетей. Основы теории технико-экономического расчета водопроводных сетей. Вопросы о возможности нахождения значений наивыгоднейших диаметров труб кольцевой сети при незаданном или заданном потокораспределении. Практические методы нахождения наивыгоднейших диаметров труб при заданном потокораспределении.

1.13. Особенности проектирования и расчета зонных систем водоснабжения. Область применения зонных систем водоснабжения. Техничко-экономические обоснования зонирования. Основные типы зонных систем водоснабжения. Сооружения, необходимые при устройстве зонных систем. Станции подкачки. Станции регулирования (напорно-регулирующие узлы). Экономическая и техническая оценка устройства зонных систем водоснабжения

1.14. Устройство трубопроводов и сооружений на водопроводных сетях. Основные виды труб, стандарты, сортаменты и их характеристика. Металлические трубы: стальные, чугунные. Мероприятия по защите металлических трубопроводов от коррозии. Неметаллические трубы: асбестоцементные, железобетонные, пластмассовые. Трубы из других материалов. Способы соединения труб. Проектирование водоводов и сети. Детализация. Технико-экономическое обоснование выбора материала и класса прочности труб. Размещение трубопроводов и арматуры в поперечном и продольном профиле улиц и проездов. Арматура и сооружения на сети. Различные виды арматуры, применяемой при устройстве водоводов и водопроводной сети. Колодцы на сети и их конструкции. Туннели (коллекторы) проходные и непроходные. Упоры и их типы. Способы перехода водопроводных линий через препятствия. Особенности устройства водопроводных сетей и водоводов в особых условиях: зоны распространения многолетнемерзлых грунтов, просадочных грунтов, зоны повышенной сейсмичности и др.

1.15. Проектирование сооружений на водоотводящей сети. Регулирующие и запасные резервуары. Классификация регулирующих (аккумулирующих) и запасных емкостей, область применения. Водонапорные башни, водонапорные колонны, резервуары, гидropневматические установки. Их оборудование трубопроводами, арматурой, камерами переключения. Экономическая и техническая целесообразность устройства резервуаров.

1.16. Состав природных вод, методы и схемы их кондиционирования. Характеристика состава природных вод. Влияние различных веществ, содержащихся в воде на ее качество. Требования, предъявляемые к качеству воды. Классификация вод по объектам их использования. Основные технологические процессы и методы обработки воды. Использование биологических процессов в водоподготовке; биореакторов и биосорберов. Технологические схемы улучшения качества воды, их классификация Основные критерии для выбора технологической схемы и состава сооружений Использование ЭВМ при выборе технологических схем и сооружений обработки воды

1.17. Коагулирование воды. Физико-химические основы коагулирования примесей воды Основные факторы, определяющие процесс коагуляции в свободном объеме воды. Регулирование условий коагуляции Электрохимическое коагулирование. Контактная коагуляция примесей воды, основные закономерности процесса. Реагенты, используемые в технологии улучшения качества воды. Определение расчетных доз реагентов, условия (т е. последовательность и экспозиция) введения их в обрабатываемую воду. Реагентное хозяйство: хранение реагентов в сухом и жидком виде. Сооружения, аппаратура и оборудование для приготовления и дозирования суспензий и растворов реагентов.

1.18. Смесители. Теоретические основы процесса. Классификация смесителей и смесительных устройств. Конструкции смесителей (гидравлического, механического типов), их расчет Выбор типа смесителя

Оценка эффекта смешения реагента с водой по критерию Кемпа и градиенту скорости.

1.19. Камеры хлопьеобразования. Назначение, область применения и классификация камер хлопьеобразования. Камеры гидравлического и механического типов, аэрофлокуляторы, их устройство и расчет. Выбор типа камеры хлопьеобразования. Использование критерия Кемпа и градиента скорости для оценки эффекта работы камеры.

1.20. Осаждение взвешенных в различных отстойниках, гидроциклонах, флотаторах. Предварительная обработка воды фильтрованием через сетки, ткани и пористые элементы Основы процесса макро- и микрофильтрации. Конструкции сетчатых барабанных фильтров, акустических фильтров, область их применения и расчет. Удаление взвешенных веществ осаждением, теоретические основы процесса. Типы отстойников и область их применения. Горизонтальные отстойники их устройство и расчет. Коэффициент объемного использования сооружения Удаление осадка из отстойников. Интенсификация работы отстойника. Отстойники с малой глубиной осаждения, их устройство, область применения и расчет. Удаление осадка из отстойника в процессе его работы. Радиальные отстойники их устройство, область применения и расчет. Удаление грубодисперсных примесей в поле центробежных сил теоретические основы процесса. Классификация гидроциклонов, их конструкция и расчет. Обработка воды флотацией, теоретические основы процесса, виды флотации. Конструкции флотаторов, область применения, технологическая оценка работы и методика расчета.

1.21. Обработка воды в слое взвешенного осадка. Обработка воды в слое взвешенного осадка, теоретические основы процесса. Типы осветлителей, их технологическая оценка, область применения и методика расчета. Интенсификация работы осветлителей.

1.22. Фильтрация воды. Понятие о фильтрации воды Теоретические основы процесса фильтрации воды через зернистые материалы. Классификация фильтров. Скорые открытые и напорные фильтры, их устройство и расчет. Конструктивные элементы скорых фильтров, фильтрующие материалы Промывка фильтров; способы подачи промывной воды. Оборудование скорых фильтров. Пути повышения грязеемкости скорых фильтров; фильтры с крупнозернистой двухслойной загрузкой и системы АКХ сверхскоростные напорные фильтры. Контактные осветлители и контактные фильтры принцип работы, их устройство и расчет, область применения. Полимербетонные фильтры. Медленные фильтры, особенности устройства и работы, их расчет, область применения. Намывные фильтры, принцип их работы, расчет, область применения Намывные порошки и среды, конструкции фильтровальных элементов, режим работы и промывки.

1.23. Обеззараживание воды. Методы обеззараживания воды, их классификация, область применения. Обеззараживание воды сильными окислителями, механизм действия. Обеззараживания воды хлором и его производными, использование диоксида хлора. Определение доз реагента и времени контакта. Места и способы введения хлора в обрабатываемую воду. Организация хлорного хозяйства. Схема обезвреживания воды жидким хлором, хлорной известью, гипохлоридами натрия или кальция (получаемыми методом электролиза), диоксидом хлора. Обеззараживание воды озоном; химизм процесса, технологическая схема. Приготовление озоноздушной смеси и способы ее смешивания с обрабатываемой водой. Рекуперация озона. Обеззараживание воды перманганатом калия и йодом, технология, область применения. Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами, сущность процесса, схемы и конструкции аппаратов, область применения. Использование аппаратов с ксеноновыми лампами и кавитаторами. Обеззараживание воды ионами серебра, ультразвуком, электротоком высокой частоты, в магнитном поле.

1.24. Дезодорация воды. Общие сведения о причинах возникновения нежелательных привкусов и запахов. Методы борьбы с привкусами и запахами, их классификация; область применения. Аэрационный метод дезодорации воды, сущность процесса. Конструкции аэрационных устройств и аппаратов, особенности их работы, методика расчета. 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 уголь. Особенности устройства и работы угольных фильтров. Регенерация активного угля. Окислительно-сорбционные методы дезодорации воды, сущность и область применения. Использование сорбционно-биологического метода, реализуемого в биосорберах.

1.25. Фторирование воды. Гигиенические нормативы содержания фтора в питьевой воде, его влияние на здоровье 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 фторосодержащих реагентов и их дозирования. Технология обесфторивания воды, классификация методов, их технологическая и экономическая оценка. Химизм процесса. Технологические схемы и сооружения обесфторивания воды.

1.26. Обезжелезивание и деманганация воды. Формы и содержание железа в природных водах. Классификация методов и технологических схем обезжелезивания природных вод. Технологический анализ воды для выбора метода и сооружений деферризации воды. Расчет и проектирование установок обезжелезивания воды. Удаление железа из шахтных и оборотных вод, обезжелезивание конденсата теплосиловых станций и минерализованных вод.

Генезис марганца в природных водах. Классификация методов и технологических схем деманганизации природных вод, химизм процессов, проектирование установок. Совместное удаление из воды железа и марганца, использование клинооптиолита и цеолита (МЦ-10) для извлечения железа и марганца.

1.27. Умягчение воды. Теоретические основы умягчения воды, классификация методов, технологическая и экономическая оценка, область применения. Термическое и криогенное умягчение воды, сущность процесса, аппаратное оформление. Реагентные методы умягчения воды, сущность и химизм процессов. Технологические схемы и сооружения. Интенсификация процессов реагентного умягчения воды. Термохимический метод умягчения воды. Магнитная обработка воды. Умягчение воды катионированием, сущность и химизм процессов. Катиониты, их свойство и регенерация. Катионитовые фильтры, их устройство и работа, вспомогательные устройства катионитовых установок. Технологические схемы натрий-катионирования. Водород-натрий-катионитовое умягчение воды. Сущность процессов, технологические схемы, область применения. Умягчение воды аммоний-катионированием, натрий-хлоринированием. Методы известково-катионитовый и частичного катионирования. Методы глубокого умягчения воды.

1.28. Проектирование водоочистных комплексов. Обоснование выбора схемы размещения водоочистного комплекса и решения его компоновки. Основные принципы решения генплана и высотной схемы водоочистного комплекса с учетом использования рельефа местности, организации зоны санитарной охраны и резервирования территории на расширение. Подсобные и вспомогательные сооружения и помещения водоочистного комплекса. Принципы компоновки водоочистных сооружений по подготовке воды для хозяйственно-питьевых нужд. Охрана окружающей среды. Типовые решения высотных схем компоновки и генпланов водоочистных комплексов.оборот промывных вод, его технико-экономическое обоснование. Технологические схемы и сооружения по обработке промывных вод. Методы и сооружения по обработке и утилизации осадков промывных вод. Состав и свойства осадков. Уплотнение и обезвоживание осадков. Утилизация обезвоженных осадков.

1.29. Водоснабжение строительных площадок.
Сельскохозяйственное водоснабжение. Основные строительные процессы, нормы и режим потребления воды. Требования к качеству воды для отдельных строительных процессов. Схемы водоснабжения строительных площадок, их особенности, увязка с системой постоянного водоснабжения строящегося объекта. Применение установок заводского изготовления для временного водоснабжения. Потребители воды, нормы и режим водопотребления, требования к качеству воды. Система сельскохозяйственного водоснабжения, групповодопроводы. Водоснабжение животноводческих промышленных комплексов и ферм, поселков. Системы пастбищного водоснабжения.

1.30. Изыскание и организация проектирования систем водоснабжения. Задачи и объем изысканий. Этапы производства изысканий. Обработка изыскательных данных. Организация изысканий и проектирования.

Тема 2. Водоотведение, очистка сточных вод и обработка осадка

Раздел посвящён вопросам организации систем водоотведения, проектирования и эксплуатации канализационных сетей и сооружений. Рассматриваются системы сбора и транспортирования сточных вод, гидравлические основы проектирования сетей. Изучаются методы механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод, современные схемы очистных сооружений, вопросы обработки сточных вод и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Разделы темы 2:

1.1. Основы проектирования водоотводящих сетей. Классификация сточных вод. Общая схема водоотводящей системы и ее основные элементы. Системы водоотведения и их санитарно-техническая характеристика. Выбор систем водоотведения. Системы водоотведения промышленных предприятий. Районные схемы водоотводящих систем. Объект обслуживания. Расчетные сроки и очередность строительства. Стадии проектирования: технический проект, рабочие чертежи. Состав и объем проектных материалов. Исходные данные для проектирования. Инструкции по составлению проектов и смет. Строительные нормы и правила. Особенности движения сточных вод в водоотводящих сетях. Расчетные формулы. Расчет самотечных и напорных участков водоотводящей сети и дюкеров. Практические приемы расчета водоотводящих сетей и особенности расчета с использованием контрольных программ. Формы поперечного сечения коллекторов и трубопроводов. Степень наполнения труб. Скорости и уклоны.

1.2. Производственно-бытовая водоотводящая сеть. Удельное водоотведение. Коэффициенты неравномерности. Определение расчетных расходов бытовых и производственных сточных вод. Классификация схем водоотводящих сетей. Проектирование водоотводящих сетей. Принципы трассировки уличных сетей. Особенности проектирования водоотводящих сетей промпредприятий. Диктующие точки, диктующие ветки и главный канализационный коллектор. Глубина заложения трубопроводов. Расположение трубопроводов в поперечном профиле проездов. Определение расчетных расходов для отдельных участков сети. Гидравлический расчет и построение продольных профилей. Применение ЭВМ для расчета сетей.

1.3. Водоотводящие сети для отвода дождевых вод. Атмосферные осадки и их количество. Интенсивность, продолжительность и повторяемость дождей. Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя. Формулы расчетной интенсивности. Коэффициент стока. Расчетная продолжительность дождя. Определение расчетных расходов дождевых вод. Расход талых вод. Проектирование схем дождевой сети. Расчет дождевой сети и построение продольных профилей. Напорный режим работы дождевой сети. Применение ЭВМ при расчете сети. Особенности проектирования

водоотводящей сети полураздельной системы. Расположение и роль разделительных камер. Определение расчетных расходов. Коэффициент разбавления. Особенности проектирования водоотводящих сетей общесплавной системы. Применение ЭВМ для расчета сетей.

1.4. Устройство трубопроводов и сооружений на водоотводящих сетях. Требования, предъявляемые к материалу труб и сооружений. Трубы пластмассовые, керамические, железобетонные, асбестоцементные, металлические. Соединения труб, коллекторы из железобетонных элементов. Основания под трубы и коллекторы. Защита трубопроводов от агрессивного действия сточных вод. Особенности устройства водоотводящих сетей промпредприятий. Смотровые колодцы и камеры. Перепадные колодцы и их расчет. Дождеприемники. Разделительные камеры. Пересечение самотечных трубопроводов с естественными препятствиями и инженерными сооружениями.

1.5. Состав и свойства сточных вод. Формирование состава сточных вод. Фазово-дисперсная характеристика примесей. Санитарно-химические показатели загрязнения сточных вод. Взвешенные вещества. Аэробные и анаэробные процессы. Бактериологическое загрязнение сточных вод. Определение концентрации загрязнений сточных вод.

1.6. Охрана водоемов от загрязнений сточными водами. Процессы самоочищения водоемов. Условия спуска сточных вод в системы водоотведения городов и в водоемы. Определение необходимой очистки сточных вод. Ограничение загрязнений сточных вод с учетом ПДК. Использование городских сточных вод в сельском хозяйстве и промышленности.

1.7. Общие технологические схемы очистки сточных вод. Анализ санитарно-химических показателей состава сточных вод. Методы очистки сточных вод и обработки стоков. Обоснование и разработка технологических схем очистки сточных вод. Технологические схемы очистки сточных вод.

1.8. Сооружения механической очистки сточных вод. Приемные камеры. Решетки, конструкции. Расчет. Песколовки, конструкции, расчет. Отстойники, конструкции, расчет.

1.9. Предварительная аэрация и коагуляция сточных вод. Принцип действия аэрации и коагуляции при очистке сточных вод. Устройства и оборудование для предварительной аэрации и коагуляции.

1.10. Биологическая очистка. Основы биологической очистки. Биологическая очистка в естественных условиях. Поля орошения, поля фильтрации. Биологические пруды. Биологическая очистка в искусственных условиях. Биофильтры. Конструкции, расчет. Аэротенки. Классификация. Расчет. Системы аэрации. Интенсификация работы аэротенков.

1.11. Вторичные отстойники и илоуплотнители. Принцип действия и технология отстаивания. Конструкции вторичных отстойников и илоуплотнителей.

1.12. Методы и сооружения для доочистки сточных вод. Методы, применяемые для доочистки сточных вод. Сооружения для доочистки сточных вод.

1.13. Обеззараживание сточных вод. Условия выпуска сточных вод в водоем. Принципы обеззараживания сточных вод. Методы физические и физико-химические для обеззараживания сточных вод. Условия выпуска сточных вод в водоем.

1.14. Методы обработки осадка. Сбраживание и аэробная стабилизация. Обезвоживание осадка. Механические способы. Обезвоживание осадка в естественных условиях. Иловые поля. Устройство. Расчет. Термическая обработка. Утилизация осадков.

1.15. Основы проектирования станции очистки сточных вод. Генплан. Высотные схемы. Принципы оптимизации станций

1.16. Системы водоотведения малых населенных мест (Септики, поля фильтрации, фильтрующие траншеи, ЦОК, КУ. и др). Септики. Малогабаритные сооружения. Циркуляционные окислительные каналы. Комплексные канализационные установки. Поля фильтрации. Фильтрующие траншеи.

Тема 3. Гидравлика, насосы и насосные станции

Раздел охватывает основы гидравлики напорных и безнапорных потоков, методы гидравлических расчётов трубопроводов водоснабжения и водоотведения. Рассматриваются типы насосов и насосных агрегатов, принципы работы насосных станций, вопросы подбора оборудования, автоматизации, регулирования режимов работы и повышения энергоэффективности насосных систем с применением частотно-регулируемых приводов и интеллектуальных систем управления.

Разделы темы 3:

1.1. Насосы. Основные элементы насоса, насосного агрегата и насосной установки с комплектующим оборудованием. Основные энергетические параметры насосных агрегатов. Центробежные насосы. Схема устройства и принцип работы насоса. Вакуумметрическая допустимая высота всасывания. Основное уравнение центробежного насоса. Уравнение подачи насоса. Мощность и коэффициент полезного действия (объёмный, механический, гидравлический, полный). Геометрическая высота всасывания. Отметка оси насоса. Понятие о кавитации. Методы предупреждения кавитационной эрозии и способы её устранения. Напор насоса. Определение напора насоса по показаниям контрольно-измерительных приборов. Законы геометрического, кинематического и динамического подобия. Коэффициент быстроходности (удельная частота вращения). Классификация насосов по коэффициенту быстроходности (удельной частоте вращения). Рабочие графические характеристики насоса и способы их получения. Универсальные графические характеристики. Четырёхкватричные характеристики. Аналитические характеристики. Графическая характеристика Q-N трубопровода. Выбор насосов для работы в системе трубопроводов с

применением ЭВМ. Приведённая характеристика Q-H насоса. Изменение энергетических характеристик центробежного насоса при изменении диаметра и частоты вращения рабочего колеса насоса. Рабочая часть характеристики Q-H насоса. Влияние изменения уровня воды в источнике и в напорном резервуаре на режим насоса при постоянном сопротивлении системы всасывающих и напорных трубопроводов. Современные методы регулирования привода. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов. Определение энергетических параметров при параллельной и последовательной работе. Понятие о неустойчивой работе насосов. Параллельная работа насосов, установленных на разных насосных станциях. Построение графических характеристик Q-H при параллельном и последовательном включении различных насосов и насосных станций.

1.2. Конструкции насосов. Основные конструктивные элементы центробежных насосов: рабочее колесо, вводы, отводы, уплотнение вала, подшипники, осевые силоразгрузочные устройства и др. Конструкция насосов (консольных, моноблочных, двухстороннего входа, вертикальных), изготавливаемых в соответствии со стандартом. Осевое усилие. Область применения центробежных насосов. Вертикальные центробежные насосы. Особенности конструкций. Скважинные насосы – полупогружные, погружные. Особенности конструкции насосов, применяемых для агрессивных жидкостей (СДХ). Осевые насосы, принцип работы и область применения, особенности пуска и регулирования подачи. Вихревые, свободновихревые, самовсасывающие центробежно-вихревые насосы. Схема работы и область применения. Струйные насосы: водо-водяные элеваторы, воздушно-водяные эжекторы; схема работы, область применения. Объёмные насосы: возвратно-поступательные (поршневые, плунжерные, насосы-дозаторы), роторно-вращательные (винтовые, шестерные, коловратные шланговые, пластинчатые); схема работы и область применения. Шнековые и вибрационные насосы; Воздушные водоподъёмники, эрлифты, вытеснители. Схема работы, оборудование и область применения. Насосы, применяемые в строительстве, мелиорации. Сравнение всех типов насосов по их достоинствам и недостаткам, КПД и экономическим показателям.

1.3. Машины для подачи и сжатия газов. Основные энергетические параметры воздуходувно-компрессорных машин: подача, начальное и конечное давление, коэффициент повышения давления, мощность, удельная мощность, полный и термический КПД. Водокольцевые вакуум-насосы и компрессоры. Схема, принцип работы, конструкция. Воздуходувки и турбовоздухоагнетатели. Схема, принцип работы, конструкция, вспомогательное оборудование, охлаждение, маслоподача, требования к перекачиваемому воздуху, противопомпажные устройства. Компрессоры. Изотермический и политропический процессы в работе компрессоров. Коэффициент мощности.

1.4. Насосные станции водоснабжения. Назначение, классификация и схемы насосных станций. Специфические особенности водопроводных станций. Выбор основного оборудования насосных станций, расчёт подачи

насосной станции по ступенчатому и интегральному графикам водопотребления. Определение расчётного напора насосной станции. Определение количества рабочих и резервных насосов. Построение графика совместной работы насосов и трубопроводов. Требования к всасывающим и напорным трубопроводам. Определение отметки оси насоса и допустимой высоты всасывания. Высотная схема насосной станции. Требования к устройству и размещению насосных агрегатов станции.

1.5. Насосные станции водоотведения. Схемы и классификация насосных станций. Выбор места расположения насосных станций. Расчёт подачи насосной станции и вместимости приёмного резервуара. Выбор рабочих и резервных агрегатов. Построение графика Q-H совместной работы насосов, всасывающих и напорных трубопроводов. Анализ режимов работы насосов. Построение графика часового притока и откачки. Устройство аварийного выпуска и отключения подводящего коллектора. Решётки, решётки-дробилки, дробилки. Требования к устройству всасывающих и напорных трубопроводов. Особенности проектирования насосных станций, оборудованных шнековыми насосами. Насосные станции для дождевых вод. Техничко-экономические обоснования выбора подачи насосных станций и вместимости регулирующего пруда накопителя. Насосные станции водоотведения с погружными насосами. Перекачка сырого и сброженного осадков, активного ила, избыточного активного ила, песка. Отопление и вентиляция помещений решёток и машинного зала.

1.6. Воздуходувные станции. Назначение воздуходувных и компрессорных станций в системах водоснабжения и водоотведения. Определение необходимого количества воздуха и воздухонагнетателей, расчётного напора воздухонагнетателей, количества рабочих и резервных агрегатов. Определение режимов совместной работы воздухонагнетателей и воздухопроводов. Требования к забору и очистке воздуха. Фильтры. Проектирование всасывающих и напорных воздухопроводов. Особенности расчёта и конструирования воздухопроводов. Компрессорные станции при воздушных водоподъёмниках.

1.7. Арматура и вспомогательное оборудование насосных и воздуходувных станций. Запорно-регулирующая, контрольно-измерительная и предохранительная аппаратура. Способы заливки центробежных насосов перед пуском. Выбор вакуум-насосов и схемы их установки при перекачивании чистых и загрязнённых жидкостей. Грузоподъёмные и транспортные механизмы. Дренажные установки. Маслоохладительные установки.

1.8. Электроснабжение насосных станций. Особенности электроснабжения насосных станций, двигатели, применяемые на насосных станциях. Щиты управления насосными агрегатами и электроснабжением. Выбор мощности трансформаторов в условиях переменного режима работы насосных агрегатов. Определение необходимых размеров помещений для распределительных и щитовых устройств и трансформаторных пунктов.

1.9. Принципы автоматизации работы насосных станций. Принципы автоматизации насосных станций. Классификация насосных станций по степени автоматизации, приборы автоматического контроля и подачи команд, применяемые на насосных станциях. Схемы автоматизации насосных станций. Телеуправление, связь с диспетчерским пунктом и другими сооружениями систем водоснабжения и водоотведения.

1.10. Техничко-экономические показатели работы насосных станций. Техничко-экономические показатели насосных станций: КПД насосных агрегатов и насосных станций, удельная норма расхода электроэнергии, коэффициент использования рабочей и установленной мощностей. Определение стоимости 1 м³ поданной или отведённой воды. Сметная стоимость насосной станции.

1.11. Эксплуатация работы насосных станций. Надёжность работы насосных станций. Показатели надёжности. Эксплуатационный персонал. Организация профилактического и капитального ремонтов. Охрана труда и мероприятия по технике безопасности.

Тема 4. Водопроводные и канализационные сети.

Раздел включает изучение принципов проектирования, строительства и эксплуатации водопроводных и канализационных сетей. Рассматриваются методы снижения гидравлических потерь, оптимизация трассировки сетей, выбор материалов трубопроводов, технологии обнаружения и предотвращения утечек, а также применение цифровых систем мониторинга и диагностики технического состояния сетей с использованием наилучших доступных технологий (НДТ).

Тема 5. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений

Раздел рассматривает инженерные системы зданий, обеспечивающие подачу воды, водоотведение и санитарно-гигиенические условия эксплуатации. Изучаются виды санитарно-технического оборудования, водоразборные и водосберегающие устройства, системы внутреннего водоснабжения и канализации, методы рационального водопользования, автоматизированный контроль расхода воды и давления, а также применение энерго- и ресурсосберегающих решений.

Разделы темы 5:

1.1. Теоретические основы внутреннего водопровода и канализации. Социальные аспекты, влияющие на развитие внутреннего водопровода, рациональное использование водных, энергетических ресурсов и экологию. Потребители воды в зданиях. Потребность в воде. Виды водопотребления. Классификация водопроводов. Виды сточных вод. Системы внутренней канализации. Режим водоотведения. Влияние аккумулирующей емкости трубопроводов на расходы воды. Гидравлика горизонтальных самотечных трубопроводов. Обеспечение незасоряемости трубопроводов. Гидравлика вертикальных трубопроводов, вентиляция трубопроводов.

1.2. Внутренний хозяйственно-питьевой водопровод. Назначение и требование к водопроводу. Основные элементы внутреннего водопровода. Схема водопровода. Мероприятия по рациональному использованию и экономии воды в системе. Водоразборная арматура. Регулирующие и запасные емкости: водонапорные и гидропневматические баки, резервуары. Установки для повышения давления. Гидропневматические установки. Водопроводные сети. Схемы водопроводных сетей. Трубы из различных материалов, способы их соединения. Микрорайонные сети. Вводы водопровода. Водомерные узлы, счетчики воды. Проектирование водопровода. Выбор и обоснование схем внутреннего водопровода и отдельных элементов. Размещение трубопроводов и арматуры. Правила построения аксонометрических схем водопровода. Расчет хозяйственно-питьевого водопровода холодной воды. Задачи и методы расчета. Определение расчетных расходов. Выбор расчетного направления в системе и расчетного водоразборного прибора. Гидравлический расчет водопроводных сетей. Расчет и подбор счетчиков воды. Определение требуемого давления. Расчет установок для повышения давления и подбор насосов. Определение объема регулирующих и запасных емкостей.

1.3. Водопровод горячей воды. Требования к качеству воды. Системы и схемы водопровода. Циркуляция. Установки для нагрева воды: скоростные и емкостные. Местные установки для приготовления горячей воды. Размещение оборудования в ЦТП. Совместная работа водонагревателей горячего водоснабжения и системы отопления. Особенности устройства водопровода горячей воды. Схемы сетей. Секционные узлы. Обеспечение циркуляции. Оборудование подающих и циркуляционных сетей. Воздухоотводчики, компенсаторы, теплоизоляция, опоры, борьба с коррозией и отложениями. Местные установки для подготовки воды. Особенности проектирования водопровода горячей воды. Особенности расчета водопровода горячей воды. Определение расчетных расходов воды и теплоты в режиме водоразбора и режиме циркуляции. Расчет водонагревателей. Гидравлический расчет подающих и циркуляционных сетей. Естественная и побудительная циркуляция. Подбор повысительных и циркуляционных насосов.

1.4. Противопожарный, производственный и поливочный водопровод. Требования к противопожарному водопроводу. Системы и схемы пожаротушения в зданиях. Противопожарный водопровод с пожарными кранами. Автоматические противопожарные водопроводы: спринклерные и дренчерные. Особенности проектирования противопожарных водопроводов. Системы и схемы производственного водопровода. Применяемое оборудование, особенности проектирования. Пливочные водопроводы. Фонтаны. Оборудование и водообеспечение фонтанов.

1.5. Хозяйственно-бытовая внутренняя канализация. Требования к бытовой канализации и ее схемы. Особенности канализования многоэтажных зданий. Канализование подвалов и помещений, расположенных ниже отметки городской канализации. Устройство основных элементов внутренней канализации. Приемники сточной воды. Гидравлические затворы. Внутренняя

канализационная сеть. Пластмассовые и чугунные канализационные трубы. Способы их соединения. Фасонные соединительные части. Устройства для прочистки сети. Вентиляция канализационной сети. Выпуски из здания. Дворовая канализационная сеть. Проектирование внутренней канализации. Размещение приемников сточных вод и гидрозатворов. Трассировка сетей. Крепление трубопроводов. Увязка с инженерными коммуникациями и строительными конструкциями. Разработка аксонометрических схем канализации и профилей дворовой сети. Расчет бытовой канализации. Задачи и методика расчета. Определение расчетных расходов. Расчет канализационной сети. Проверка пропускной способности стояков. Внутренние водостоки. Канализование твердых отходов.

1.6. Газоснабжение зданий. Виды горючих газов. Требования к газу. Взрывоопасность газа, одоризация. Общая схема газоснабжения городов. Газовые сети низкого, среднего и высокого давления. Устройство основных элементов газоснабжения зданий. Основы конструирования и расчета газоснабжения зданий. Организация безопасной эксплуатации систем газоснабжения

1.7. Проектирование и монтаж санитарно-технического оборудования зданий. Организация и стадии проектирования. Организация монтажных работ. Монтажное проектирование. Индустриальные методы монтажа систем.

1.8. Санитарно-технические устройства зданий специального назначения. Производственные здания. Предприятия общепита. Лечебно-профилактические учреждения. Плавательные бассейны. Коммунально-бытовые предприятия.

Тема 6. Энергосберегающие технологии и наилучшие доступные технологии (НДТ) в системах водоснабжения и водоотведения

Раздел посвящён современным энергосберегающим и экологически ориентированным технологиям в сфере водного хозяйства.

Рассматриваются методы повышения энергетической эффективности систем водоснабжения и водоотведения, включая оптимизацию гидравлических режимов, использование насосов с регулируемой частотой вращения, автоматизированные системы управления и диспетчеризации, цифровые двойники инженерных объектов.

Особое внимание уделяется применению **наилучших доступных технологий (НДТ)**, направленных на снижение энергопотребления, минимизацию потерь воды, повышение надёжности и устойчивости функционирования инженерных систем.

Раздел темы 6: Энергосберегающие технологии в системах водоснабжения и водоотведения. Основные принципы регулирования систем водоснабжения и водоотведения с учетом проектирования, строительства и эксплуатации.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Журба М.Г., Соколов Л.И. *Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений.*
2. Самохин В.Н., Журба М.Г. *Водоотведение и очистка сточных вод.*
3. Современные технологии водоподготовки, очистки сточных вод и обработки осадков: учебные пособия и научные издания.
4. Действующие санитарные, строительные нормы и документы в области водоснабжения и водоотведения.
5. Материалы по наилучшим доступным технологиям (НДТ) в сфере водного хозяйства.
6. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1974. 480 с.
7. Павлинова, И. И. Инженерные системы водоснабжения и водоотведения: учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. И. Павлинова, В. И. Баженов. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 462 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-20262-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562152>
8. Калищун В.И., Кедров В.С., Ласков Ю.М., Сафонов П.В., Гидравлика, водоснабжение и канализация -- Москва, Стройиздат, 1980. — 359 с.
9. Воронов Ю.В., Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Пугачёв Е.А. Водоотведение. Учебник по системам водоотведения, устройству сетей, технологиям очистки бытовых и производственных сточных вод. Издание: Москва, ИНФРА-М, 2007. ~ 415 стр. — ISBN 978-5-16-002767-8
10. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник для вузов — полный системный обзор дисциплины: сети, насосные станции, очистные сооружения и технологии очистки сточных вод. — Издание: Москва, Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2006; 704 стр. — ISBN 5-93093-119-4
11. Орлов В.А., Л.А. Квитка Водоснабжение. Учебник по теории, расчёту и проектированию систем водоснабжения. — Издание: Москва, ИНФРА-М, 2015 г.

Дополнительная литература

1. Воронов Ю.В., Казаков В.Д., Толстой М.Ю. Струйная аэрация». Монография по физико-химическим и гидродинамическим основам струйной аэрации — важная тема для очистки сточных вод (биологический этап). — Издание: АСВ, 2007; ~216 стр. — ISBN 978-5-93093-530-1
2. Айзенберг И.И., Белоокая Н.В., Василевич Э.Э., Илькевич Н.И., Кульков В.Н., Макаров С.С., Макотрина Л.В., Мороз М.В., Попова Е.М., Поспелова И.Ю., Судникович В.Г., Толстой М.Ю., Туник А.А., Тюменцев В.А., Янченко В.А. Выпускная квалификационная работа студентов очной и

заочной форм обучения профилей «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Водоснабжение и водоотведение», «Энергоэффективные и экологичные здания» Учебное пособие в 2-х частях для студентов очной и заочной форм обучения / Том Часть 1. Иркутск, 2021. – Изд-во ИРНИТУ, 2021. – 194 с.

3. Айзенберг И.И., Белоокая Н.В., Василевич Э.Э., Илькевич Н.И., Кульков В.Н., Макаров С.С., Макотрина Л.В., Мороз М.В., Попова Е.М., Поспелова И.Ю., Судникович В.Г., Толстой М.Ю., Туник А.А., Тюменцев В.А., Янченко В.А. Выпускная квалификационная работа студентов очной и заочной форм обучения профилей «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Водоснабжение и водоотведение», «Энергоэффективные и экологичные здания» Учебное пособие в 2-х частях для студентов очной и заочной форм обучения / Том Часть 2. Иркутск, 2022. – 208 с.

4. Толстой М.Ю. (под редакцией) Применение возобновляемых источников энергии в системах жизнеобеспечения на особых климатических и природных территориях. Толстой М.Ю., Илькевич Н.И., Туник А.А., Дзюбина Т.В., Калинина Ж.В., Белоокая Н.В., Попова Е.М., Федчишин В.В., Кудряшов А.Н.: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2020. – 160 с.