

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

  
УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,  
д.т.н., профессор  
  
Д. Е. Быков  
«27» сентября 2019 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
в аспирантуру СамГТУ**

по направлению подготовки **08.06.01 Техника и технологии строительства**

профили:

*Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (05.13.06)*

*Строительные конструкции, здания и сооружения (05.23.01)*

*Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха,  
газоснабжение и освещение (05.23.03)*

*Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (05.23.04)*

*Строительные материалы и изделия (05.23.05)*

*Гидротехническое строительство (05.23.07)*

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре СамГТУ допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 08.06.01 Техника и технологии строительства, профили: Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, Строительные конструкции, здания и сооружения, Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов, Строительные материалы и изделия, Гидротехническое строительство составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям, соответствующим укрупненной группе направлений подготовки 08.00.00 Техника и технологии строительства, и, охватывает базовые дисциплины подготовки специалистов и магистров по данным направлениям.

## 2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по направлению 08.06.01 Техника и технологии строительства, профили подготовки Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, Строительные конструкции, здания и сооружения, Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов, Строительные материалы и изделия, Гидротехническое строительство.

## 3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Для подготовки ответа поступающие используют экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в их личном деле.

При приеме на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты каждого вступительного испытания оцениваются **по пятибалльной шкале**.

Минимальное количество баллов для каждого направления подготовки, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **3 балла**.

### **Шкала оценивания:**

«**Отлично**» – выставляется, если поступающий представил развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета.

«**Хорошо**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«**Удовлетворительно**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета. при этом некоторые ответы раскрыты не полностью;

«**Неудовлетворительно**» – выставляется, если при ответе поступающего основные вопросы билета не раскрыты.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### РАЗДЕЛ 1. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

#### 1.1. Основы теории автоматического регулирования и управления

Краткий исторический очерк развития. Системы автоматического управления и регулирования: классификация, функциональные схемы. Принципы автоматического управления. Математическое описание систем автоматического управления и их элементов. Линеаризация. Уравнение линейных систем с постоянными и распределёнными параметрами. Передаточные функции, частотные и временные характеристики. Типовые звенья. Структурные схемы и их преобразование.

Статика автоматических систем. Виды возмущений, действующих на систему. Уравнения статики статических и астатических систем. Устойчивость линейных систем. Постановка задачи. Определение устойчивости по Ляпунову. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Определение устойчивости замкнутой системы по логарифмическим частотным характеристикам разомкнутой системы от её структуры. Устойчивость систем с запаздыванием.

Методы и средства обеспечения устойчивости и повышения качества управления. Синтез корректирующих устройств. Построение кривой переходного процесса в линейных системах. Операторный метод. Частотный метод. Применение ЦЭВМ в расчетах переходных процессов.

Системы подчиненного регулирования. Структура и обобщенная характеристика. Условия технического (модульного) оптимума. Выбор регуляторов системы по условиям симметричного оптимума.

Особенности нелинейных систем. Типовые нелинейности. Преобразование структурных схем с нелинейными звеньями. Методы исследования нелинейных систем. Фазовые портреты линейной системы второго порядка. Фазовые портреты линейных следящих систем. Автоколебания. Устойчивость автоколебаний. Метод точечных преобразований. Метод гармонической линеаризации. Основное уравнение гармонического баланса. Исследование качества управления и коррекция нелинейных систем.

Дискретные системы автоматического управления. классификация. Релейные системы. Стабилизация релейных систем. Скользящие режимы. Методы исследования линейных импульсных систем. Дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование. Передаточные функции, частотные характеристики импульсных систем. Устойчивость импульсных систем. Исследование импульсных систем частотным методом. Непрерывная модель импульсной системы, условия её применения на основе теоремы В.А. Котельникова. Цифровые системы. Методы исследования. Системы прямого цифрового управления.

Многомерные автоматические системы управления. Анализ устойчивости. Понятие о методах декомпозиции. Методы анализа и синтеза многомерных систем. Управляемость и наблюдаемость. Инвариантность систем управления формы условий инвариантности. Инвариантность до  $\varepsilon$ .

Случайные процессы в системах автоматического управления. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Определение спектральной плотности сигнала на выходе стационарной системы в установившемся режиме. Приближённый анализ нелинейных систем при случайных воздействиях.

Понятие оптимального управления. Методы теории оптимального управления. Элементы классического вариационного исчисления. Принцип максимума. Метод динамического программирования. Оптимальная по быстродействию система управления. Аналитическое конструирование регуляторов.

Чувствительность и робастность систем управления. Понятие чувствительности. Функции чувствительности. Чувствительность передаточной функции и основных структур САУ. Системы нулевой чувствительности. Синтез системы с учётом нечувствительности. Понятие робастности системы управления. Показатели устойчивости и качества робастности систем. Синтез робастных регуляторов.

## **1.2. Автоматизация производственных процессов**

Общие сведения о производственном процессе как объекте автоматизации. Схема автоматизации. Показатели поточного производственного процесса.

Принципы построения автоматов и автоматических линий. Особенности автоматизации производственных процессов. Чувствительность производственного процесса.

Математические модели производственных процессов. Основные методы моделирования. Модели объектов с сосредоточенными и распределёнными параметрами. Построение моделей объектов управления по экспериментальным данным. Определение характеристик объектов управления методами активного эксперимента. Методы определения временных характеристик. Определение частотных характеристик с помощью регулярных и стохастических воздействий. Методы обработки результатов эксперимента. Регрессионные модели. Определение математических моделей по экспериментальным временным и частотным характеристикам.

Оптимизация процессов управления в автоматических системах. Применение специализированных ЭВМ в системах автоматического управления производственными процессами.

## **1.3 Основы робототехники**

Основные понятия и определения робототехники. Области применения промышленных роботов. Структура промышленного робота. Классификация промышленных роботов.

Конструкции манипуляторов промышленных роботов. Кинематика манипулятора. Системы координат перехода от одной координатной системы к другой. Проективное пространство. Уравнение кинематики манипулятора. Прямая и обратная кинематические задачи.

Динамика манипулятора. Общие приёмы схематизации, используемые при построении динамической модели механизма. Основные допущения, применяемые при разработке математической модели манипулятора. Расчётные схемы манипулятора. Динамика уравновешивающих устройств манипулятора. Математические модели отдельных степеней подвижности манипулятора как объекта управления. Математическая модель манипулятора как многомерного объекта управления. Аппроксимация математической модели манипулятора.

Система автоматического управления промышленными роботами. Обобщённая структура микропроцессорной системы управления. Законы управления движением. Расчётная структурная схема системы. Динамика позиционирования приводов движения промышленного робота. Программное управление роботами.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – СПб., Политехника, 2003.-752с.
2. Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического управления.- М.: Высшая школа, 2004.- 365с.
3. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. СПб.: Политехника, 2001.- 302с.
4. Малафеев С.И., Малафеева А.А. Основы автоматизации и системы автоматического управления М.: Академия, 2010.- 384с.

5. Корнеев Б.В., Морговский Ю.Я. Теория автоматического управления с практикумом. М.: Академия.2008.- 224с.
6. Шандров Б.В, Чудаков А.Д. Технические средства автоматизации М.: Академия., 2010.- 368с.
7. Зотов М.Г. Многокритериальное конструирование систем автоматического управления. М.: Бином, 2004 – 375с.
8. Воробьев В.А., Илюхин А.В., Попов В.П. и др. Теория, логическое проектирование, измерение, контроль и диагностика в системах автоматического управления.-М.:РИА, 2009.
9. Н.Д. Егупов , К.А. Пупков , Статическая динамика и идентификация систем автоматического управления.- М: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.,640с.,Ч1 243с.;Ч2 304с
10. Рапопорт Э.Я Структурное моделирование объектов и систем управления с распределёнными параметрами, М.:Высш.шк., 2003. - 299с.
11. Галицков С.Я., Галицков К.С., Масляницын А.П, Математическое моделирование промышленных объектов управления, Самара СГАСУ, 2004, 152с.
12. Галицков С.Я., Галицков К.С. Многоконтурные системы с одной измеряемой координатой Самара: СГАСУ 2004. - 140с.
13. В.П. Павлов, В.В. Минин, В.А. Байкалов, М.И. Артемьев; под. ред. В.П. Павлова Машины для строительства и содержания дорог и аэродромов: Исследование, расчет, конструирование: учеб. Пособие. Красноярск: Сибирский федеральный университет. 2011 – 196 с.
14. С.В.Поршнев Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета Mathcad.-М.: изд-во Горячая Линия-Телеком, 2011.- 320с.
15. Рапопорт Э.Я. Анализ и синтез систем автоматического управления с распределенными параметрами. М.: Высшая школа 2005. – 292с.
16. Галицков С.Я., Галицков К.С., Баскаков А.В. Автоматизация уплотнения бетонной смеси в форме двухвальными вибровозбудителями: Монография. Монография. / ООО «СамЛюксПринт»-Самара, 2012-216с.
17. Оуэн Бишоп. Настольная книга разработчика роботов. М.: Изд-во МК-Пресс. 2010. - 400с.
18. Алешев А.А., Кораблёв Ю.А., Шестоналов М.Ю. Идентификация и диагностика систем: учебник для ВУЗов. М.:Академия, 2009. – 278с.
19. Барботько А. И., Гладышкин. А. Основы теории математического моделирования. Учебное пособие Старый оскол: ООО «ТНТ», 2009.- 302с.
20. А.Г.Булгаков, В.А.Воробьев. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление. М.: Изд-во Солон-Пресс. 2007. – 448с.
21. Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов М: Издательский центр «Академия» 2004.- 576с.
22. Погодаев А.К., Блюмин С.Л. Адаптация и оптимизация в системах автоматизации и управления: Монография. Липецк: ЛЭГИ, 2003. - 128с.
23. Галицков С.Я., Дуданов И.В. Системы управления и компьютерное моделирование гидропривода экскаватора. Монография. Самара: СГАСУ, 2014. – 132 с.

## **РАЗДЕЛ 2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ**

### **2.1. Железобетонные конструкции**

#### **2.1.1. Введение. Сопротивление железобетона и элементы железобетонных конструкций.**

Краткие исторические сведения о возникновении и развитии железобетона за рубежом и в России. Сущность железобетона. Понятие о железобетоне как конструктивной композиции двух материалов - бетона и стальной арматуры. Условия, обеспечивающие совместную работу бетона и стальной арматуры.

Особенности железобетона - образование трещин на стадии эксплуатации от растягивающих напряжений. Обычные свойства железобетона. Способы изготовления и возведения железобетонных конструкций. Область применения железобетона и перспективы развития.

## **2.1.2. Основные физико-механические свойства бетона, стальной арматуры и железобетона**

### **2.1.2.1. Основные физико-механические свойства бетона**

Основные сведения, виды и классификация бетона. Структура цементного бетона и ее влияние на физико-механические характеристики бетона. Сведения о физико-механических свойствах других бетонов (плотного силикатного, ячеистого, жаростойкого, кислотостойкого). Полимербетоны. Виды полимербетонов, их основные свойства и области применения.

Прочность бетона. Факторы, влияющие на прочность бетона. Характер разрушения бетона при сжатии. Кубиковая прочность бетона, призмочная прочность бетона, прочность бетона при растяжении, местном сжатии. Свойства бетона при длительном, многократно повторном, ударном и сложном нагружении.

Деформативные свойства бетона. Объемные деформации - усадка и набухание бетона, температурные деформации. Коэффициент линейной температурной деформации и его зависимость от вида цемента, заполнителей и других факторов. Силовые деформации. Однократное нагружение кратковременной нагрузкой, влияние скорости нагружения. Нелинейная связь между напряжениями и деформациями. Упругие и пластические деформации.

Модуль деформации бетона: начальный модуль упругости, модуль полных деформаций, модуль упругопластичности бетона, связь между ними. Коэффициент упругих и пластических деформаций. Предельные сжимаемость и растяжимость бетона. Коэффициент поперечных деформаций и модуль сдвига бетона.

Деформации при длительном нагружении. Ползучесть бетона и факторы, влияющие на деформации ползучести. Кривые ползучести. Линейная и нелинейная ползучесть. Мера и характеристика ползучести бетона. Релаксация напряжений в бетоне.

Деформации бетона при многократно повторном действии нагрузки. Выносливость бетона.

Класс по прочности как статистическая прочностная характеристика. Классы бетонов по прочности на сжатие и растяжение. Марки бетонов по морозостойкости, водонепроницаемости, средней плотности и по самонапряжению. Общие сведения о назначении класса и марки бетона.

### **2.1.2.2. Арматура для железобетонных конструкций**

Назначение арматуры. Рабочая и монтажная арматура. Гибкая арматура и ее виды в зависимости от технологии изготовления, способа упрочнения, формы поверхности и способа применения при армировании конструкций (арматура ненапрягаемая и напрягаемая).

Жесткая арматура из прокатных профилей и области ее применения.

Прочностные и деформативные свойства арматурных сталей с площадкой текучести. Повышение прочности и уменьшение пластичности путем легирования и увеличения содержания углерода. Термическое упрочнение арматурных сталей. Условный предел текучести. Упрочнение горячекатаной арматурной стали вытяжкой в холодном состоянии, высокопрочная арматурная проволока. Модуль упругости арматурных сталей.

Пластичность, свариваемость, хладноломкость, реологические свойства (релаксация напряжений) арматурных сталей. Усталостное разрушение и динамическое упрочнение. Влияние на механические свойства арматуры высокотемпературного нагрева.

Классы и марки арматурных сталей и их механические характеристики. Рекомендации

по использованию арматуры в различных конструкциях. Учет характера действующих нагрузок, расчетной температуры и условий эксплуатации железобетонных конструкций.

Арматурные сварные изделия - каркасы и сетки. Плоские и пространственные каркасы. Изделия из арматурной проволоки: канаты, пряди и пучки. Сварные соединения арматуры и применяемые виды сварки. Стальные закладные детали в сборных элементах.

Неметаллическая арматура.

### **2.1.2.3. Основные физико-механические свойства железобетона**

Техническая и экономическая сущность предварительно напряженного железобетона. Два способа создания предварительного напряжения: натяжение арматуры на упоры, натяжение арматуры на бетон. Механическое, электротермическое и электротермомеханическое натяжение напрягаемой арматуры.

Сцепление арматуры с бетоном. Влияние выступов на поверхности арматуры, сил трения и склеивания арматуры с бетоном на прочность сцепления. Анкеровка арматуры в бетоне. Конструкции анкеров.

Усадка железобетона и перераспределение напряжений в арматуре и бетона сжатого элемента вследствие ползучести. Совместное действие усадки и ползучести.

Защитный слой бетона. Факторы, влияющие на назначение толщины защитного слоя: вид и класс бетона, вид и диаметр арматуры, габаритные размеры сечения элемента, условия эксплуатации и др.

### **2.1.3. Экспериментальные основы теории сопротивления железобетона и методы расчета железобетонных конструкций**

#### **2.1.3.1. Экспериментальные данные о работе железобетона под нагрузкой**

Значение экспериментальных исследований в развитии теории сопротивления железобетона. Три стадии напряженно-деформированного состояния нормальных сечений железобетонных элементов и характер разрушения их при изгибе, при внецентренном сжатии и внецентренном растяжении. Влияние предварительного напряжения. Процесс образования и раскрытия трещин.

Общие сведения о расчетах железобетонных конструкций по допускаемым напряжениям. Понятие приведенного сечения.

Метод расчета нормальных сечений по разрушающим усилиям. Основные положения метода, его преимущества и недостатки.

Метод расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям. Понятие предельного состояния конструкции. Сущность расчета по двум группам предельных состояний: несущей способности (прочности, устойчивости, выносливости) и пригодности к нормальной эксплуатации (трещиностойкости, деформациям).

Основные нормативные документы, используемые при расчете железобетонных конструкций.

Расчетные факторы - нагрузки и прочностные характеристики бетона и арматуры, их случайная изменчивость.

Классификация нагрузок по длительности действия. Нормативные и расчетные нагрузки. Коэффициенты надежности по нагрузкам и по назначению сооружения. Сочетания нагрузок и коэффициенты сочетаний.

Нормативные и расчетные сопротивления бетона. Коэффициенты надежности по бетону при сжатии и растяжении. Коэффициенты условий работы бетона.

Нормативные и расчетные сопротивления арматуры. Коэффициенты надежности по арматуре. Коэффициенты условий работы арматуры.

Три категории требований к трещиностойкости железобетонных конструкций.

Основные положения расчета по предельным состояниям (запись расчетных неравенств).

Предварительное напряжение в арматуре и бетоне. Начальные напряжения в арматуре. Контролируемые напряжения в арматуре при натяжении на упоры, на бетон. Предельные напряжения обжатия в бетоне. Установление класса бетона в зависимости от класса напрягаемой арматуры. Потери предварительных напряжений в арматуре. Усилие обжатия бетона. Напряжения в бетоне при обжатии.

### **2.1.3.2. Общий случай расчета прочности нормальных сечений стержневых железобетонных элементов**

Два случая разрушения нормального сечения: первый случай - разрушение вследствие текучести растянутой арматуры, второй случай - разрушение по сжатому бетону. Граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона и условия разрушения в обоих случаях. Предельные значения коэффициента армирования.

Общий случай расчета прочности нормальных сечений изгибаемых элементов со смешанным армированием напрягаемой и ненапрягаемой арматурой. Два расчетных уравнения предельного состояния нормальных сечений.

### **2.1.4. Изгибаемые элементы**

Конструктивные особенности изгибаемых элементов. Общие сведения об изгибаемых элементах: балках, плитах. Рациональные формы сечений изгибаемых элементов. Особенности армирования обычных и предварительно напряженных элементов.

Экспериментальные данные о характере разрушения элементов по нормальным и наклонным сечениям. Расчет прочности по нормальным сечениям предварительно напряженных элементов и без предварительного напряжения любого профиля, симметричного относительно силовой плоскости.

Изгибаемые элементы прямоугольного профиля с одиночной арматурой. Рекомендации по определению рациональных размеров сечения. Основные расчетные формулы. Использование вспомогательных табличных коэффициентов. Алгоритм расчета площади поперечного сечения арматуры.

Элементы прямоугольного профиля с двойной ненапрягаемой арматурой. Алгоритм расчета площади поперечного сечения растянутой и сжатой арматуры.

Особенности расчета изгибаемых элементов прямоугольного профиля со смешанным армированием растянутой зоны. Алгоритм расчета площади поперечного сечения напрягаемой арматуры.

Два расчетных случая для элементов таврового профиля. Признаки расчетных случаев. Расчетные формулы для случая, когда граница сжатой зоны проходит в ребре сечения.

Максимальные и минимальные коэффициенты армирования нормального сечения элемента.

Особенности предельного состояния наклонного сечения изгибаемого элемента. Возможные случаи разрушения элемента по наклонному сечению: действие поперечной силы, действие момента, раздробление сжатого бетона в полосе между наклонными трещинами.

Расчетные формулы для проверки прочности наклонного сечения при действии поперечной силы и изгибающего момента. Расчет поперечных стержней и отгибов. Алгоритм проверки прочности наклонного сечения при наличии поперечных стержней. Конструктивные требования, обеспечивающие прочность наклонных сечений на действие момента: анкеровка продольной растянутой арматуры на опорах и при обрыве ее в части пролета.

Сведения о конструкции сборных и монолитных балок и плит. Разрезные и неразрезные балки. Ребристые и пустотные сборные плиты. Особенности армирования сборных и монолитных элементов сварными каркасами, сетками и отдельными стержнями. Требования к размещению арматуры в поперечных сечениях элементов.

Особенности армирования предварительно напряженных элементов. Размещение напрягаемой арматуры в поперечном сечении элемента. Анкеровка напрягаемой арматуры и



местное усиление концевых участков предварительно напряженных элементов.

Расчет прочности нормальных сечений при косом изгибе.

### **2.1.5. Сжатые элементы**

Общие понятия. Виды элементов, подверженных внецентренному сжатию. Конструктивные особенности сжатых элементов с гибкой продольной арматурой и хомутами. Оптимальные проценты армирования. Рекомендуемые классы бетона и арматуры.

Расчет прочности сжатых элементов со случайным эксцентриситетом. Основные допущения, принимаемые при расчете. Алгоритм расчета.

Расчет прочности внецентренно сжатых элементов при расчетных эксцентриситетах. Расчетные и случайные эксцентриситеты. Расчет элементов симметричного профиля, сжатых в плоскости симметрии. Два расчетных случая: случай 1 (случай больших эксцентриситетов сжимающей силы, разрушение вследствие текучести растянутой арматуры) и случай 2 (случай малых эксцентриситетов сжимающей силы, разрушение по сжато-растянутому бетону). Расчетные формулы и условия, определяющие расчетные случаи. Учет дополнительного прогиба и длительно действующей части нагрузок.

Алгоритм расчета прочности и армирования сжатых элементов прямоугольного, таврового и двутаврового сечений. Расчетные формулы для прямоугольного сечения. Алгоритм проверки несущей способности элементов в обоих расчетных случаях. Алгоритм расчета арматуры в случае больших эксцентриситетов. Случай симметричного армирования. Алгоритм расчета симметричного армирования для случая малых эксцентриситетов. Расчетные формулы для элементов таврового и двутаврового сечений в зависимости от расположения сжатой зоны. Алгоритм расчета арматуры для случаев больших и малых эксцентриситетов.

Сжатые элементы, усиленные косвенным армированием. Сущность косвенного армирования. Косвенное армирование сетками, кольцами и спиралями. Приведенное сопротивление бетона с косвенным армированием. Формула для расчета приведенного сопротивления бетонов в зависимости от вида косвенной арматуры.

Усиление концевых участков сжатых элементов. Расчет на местное сжатие.

Трубобетон. Расчет трубобетонных элементов на сжатие.

Сжатые элементы с жесткой арматурой, особенности конструирования и расчета.

### **2.1.6. Растянутые элементы**

Элементы железобетонных конструкций, работающие на центральное и внецентренное растяжение. Конструктивные особенности растянутых элементов. Применение предварительного напряжения.

Расчет прочности центрально растянутых элементов.

Два расчетных случая для внецентренно растянутых элементов: случай приложения продольной силы между арматурой и случай приложения продольной силы вне расстояния между арматурой (возникновение сжатой зоны). Расчетные формулы для элементов симметричного сечения произвольной формы. Частный случай внецентренно растянутых элементов прямоугольного профиля.

### **2.1.7. Трещиностойкость и перемещение железобетонных элементов**

Расчет трещиностойкости железобетонных элементов. Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси элемента для центрально растянутых, изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых элементов, предварительно напряженных и без предварительного напряжения. Основные предпосылки и допущения, используемые при расчете железобетонных элементов по образованию трещин. Определение момента образования трещин по способу ядерных точек. Расчет по образованию наклонных трещин.

Общие положения расчета ширины раскрытия трещин. Факторы, влияющие на ширину раскрытия трещин. Учет влияния начальных трещин в бетоне сжатой зоны предварительно напряженных элементов. Расчет по закрытию трещин.

Расчет по деформациям, определение кривизны оси и жесткости изгибаемых и внецентренно нагруженных элементов на участках без трещин и с трещинами. Учет влияния предварительного напряжения и длительности действия нагрузки. Определение прогибов элемента по кривизне. Расчет осредненной жесткости элементов с учетом трещин в растянутых зонах. Учет влияния деформаций сдвига.

## **2.2. Железобетонные конструкции многоэтажных промышленных и гражданских зданий**

Сборные железобетонные конструкции заводского изготовления - основа индустриализации строительства. Монолитный железобетон в современном строительстве. Достоинства и недостатки монолитного и сборного железобетона; области применения.

Основные требования к сборным железобетонным конструкциям зданий. Типизация сборных элементов, номенклатура и каталоги сборных элементов.

Деформационные швы - температурные и осадочные, требования к их расположению, конструктивные схемы швов.

Стыки и концевые участки сборных железобетонных элементов многоэтажных зданий. Виды стыков по расчетно-конструктивным признакам и особенности их конструкции. Конструктивные, заводские и монтажные требования к стыкам. Сварка выпусков арматуры в стыках. Усиление концевых участков сборных элементов. Применение косвенного армирования.

Особенности армирования предварительно напряженных элементов. Размещение напрягаемой арматуры в поперечном сечении элемента. Анкеровка напрягаемой арматуры и местное усиление концевых участков предварительно напряженных элементов.

Сведения о расчете прочности стальных закладных деталей и бетонных шпонок в стыках сборных элементов.

### **2.2.1. Плоские железобетонные перекрытия**

Общие сведения о конструкции сборных и монолитных балок и плит. Разрезные и неразрезные балки. Ребристые и пустотные сборные плиты. Особенности армирования сборных и монолитных элементов сварными каркасами, сетками и отдельными стержнями. Требования к размещению арматуры в поперечных сечениях элементов.

Плоские перекрытия многоэтажных зданий и их основные виды - балочные и безбалочные.

Компоновка конструктивной схемы ребристого монолитного перекрытия с балочными плитами, особенности расчета и конструирования плиты, второстепенных и главных балок.

Конструктивные схемы ребристых монолитных перекрытий с плитами, опертыми по контуру, особенности расчета плит по методу предельного равновесия.

Особенности конструктивных решений монолитных, сборно-монолитных и сборных безбалочных покрытий.

Плоские безбалочные перекрытия из сборных железобетонных элементов. Компоновка конструктивной схемы перекрытия. Конструкция пустотных и ребристых плит. Применение в плитах сварных сеток, каркасов и напрягаемой арматуры. Особенности расчета армирования пустотных и ребристых плит.

Конструкции ригелей балочных перекрытий. Основы расчета железобетонных конструкций по методу предельного равновесия. Основные принципы метода. Образование пластических шарниров и перераспределение изгибающих моментов в статически неопределимой балке при предельном равновесии. Статический и кинематический способы метода предельного равновесия. Расчет ригеля методом предельного равновесия с

перераспределением моментов. Армирование ригеля с учетом огибающей эпюры перераспределенных моментов. Построение эпюры моментов по назначенному армированию.

### **2.2.2. Конструкции многоэтажных каркасных и панельных зданий.**

Конструктивные схемы многоэтажных зданий и общие принципы их компоновки из сборного и монолитного железобетона.

Конструктивные схемы многоэтажных зданий. Общие сведения о каркасных, бескаркасных и комбинированных системах и областях их применения.

Связевая, рамно-связевая и рамная системы производственных зданий.

Компоновка конструктивной схемы панельных зданий, стыковые соединения. Вертикальные связевые сплошные диафрагмы и диафрагмы с проемами, монолитные ядра жесткости. Принцип расчета и конструирования.

Железобетонные фундаменты мелкого заложения. Классификация железобетонных фундаментов. Отдельные, ленточные и сплошные фундаменты, области их применения.

Конструкции сборных монолитных отдельных фундаментов колонн. Расчет центрально нагруженных фундаментов. Особенности расчета внецентренно нагруженных отдельных фундаментов. Фундаментные балки, конструктивные решения, схемы армирования.

### **2.3. Каменные конструкции**

Краткие исторические сведения о возникновении и развитии каменных и армокаменных конструкций в России и за рубежом. Перспективы дальнейшего развития.

Физико-механические свойства каменных кладок. Основы расчета по предельным состояниям.

Общие сведения. Материалы для каменных конструкций. Природные и искусственные камни. Растворы для каменных кладок. Прочность каменной кладки при сжатии, растяжении. Факторы, влияющие на прочность кладки. Деформативность каменной кладки. Стадии работы кладки под нагрузкой при сжатии. Расчет каменной кладки по предельным состояниям. Расчетные сопротивления каменной кладки. Коэффициенты условий работы.

Расчет неармированной каменной кладки при сжатии. Расчет прочности центрально сжатых элементов. Определение расчетной длины, коэффициента продольного изгиба. Учет длительности действия нагрузки. Расчет каменной кладки на смятие.

Армокаменные конструкции. Расчет и проектирование. Сетчатое армирование кладки, основные конструктивные требования, максимальный и минимальный процент армирования. Расчет каменных конструкций с сетчатым армированием при центральном и внецентренном сжатии. Продольное армирование каменной кладки, конструктивные требования, расчет.

Расчет прочности изгибаемых элементов. Виды конструкций, работающих на изгиб. Расчет прочности при действии момента и поперечной силы.

Расчет по образованию и раскрытию трещин. Основные положения расчета; требования, предъявляемые каменной кладке по трещиностойкости. Расчет по деформациям растянутых поверхностей.

Проектирование каменных конструкций зданий. Конструктивные схемы каменных зданий. Здания с жесткой и упругой конструктивной схемой. Расчет стен на вертикальные и горизонтальные нагрузки. Расчет перемычек и стен подвала.

Каменные конструкции, возводимые в зимнее время. Конструктивные требования. Влияние замораживания на раствор и кладку. Расчет зимней кладки в стадии первого оттаивания и для периода законченного строительства.

### **2.4. Конструкции одноэтажных промышленных зданий**

Классификация одноэтажных производственных зданий по конструктивным признакам. Конструктивные схемы зданий.

Виды одноэтажных производственных зданий, количество пролетов. Тип кровли, крановое оборудование. Конструктивные схемы зданий. Компоновка конструктивной схемы здания, привязка элементов к разбивочным осям. Устройство температурно-деформационных швов.

Поперечные рамы здания. Состав поперечной рамы каркаса: стропильные конструкции, колонны, фундаменты. Продольные рамы. Обеспечение пространственной жесткости каркасного здания. Вертикальные и горизонтальные связи.

Расчет поперечной рамы здания. Расчетные схемы рам. Определение усилий в элементах рамы. Учет пространственной работы каркаса здания.

Конструктивные схемы покрытий. Безпрогонные покрытия и покрытия по прогонам. Железобетонные плиты покрытий, их конструктивные решения, типы поперечных сечений, применяемые виды, классы бетона арматурной стали.

Железобетонные балки покрытий, их конструктивные решения, типы поперечных сечений, применяемые классы бетона и арматуры.

Железобетонные фермы покрытий. Классификация железобетонных ферм покрытий и их конструктивные решения. Конструирование элементов и узлов. Подстропильные фермы.

Арки покрытия. Конструкции и схемы армирования.

Подкрановые балки. Конструктивные решения подкрановых балок, особенности расчета и конструирования.

Колонны. Типы поперечных сечений колонн: сплошные, двухветвевые, квадратные, прямоугольные, круглые. Расчет и проектирование консолей колонны.

## **2.5. Пространственные тонкостенные конструкции**

Общие сведения о пространственных конструкциях. Оболочки, классификация, принципы конструирования и возведения.

Особенности расчета тонких оболочек. Безмоментная теория расчета оболочек. Краевой эффект. Расчет и конструирование диафрагмы.

Пологие оболочки положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане.

Оболочки отрицательной гауссовой кривизны.

Цилиндрические оболочки, конструктивные решения. Схема армирования. Практические методы расчета длинных и коротких цилиндрических оболочек.

Складки, купола, висячие оболочки, тонкостенные своды. Конструктивные решения, принципы расчета.

## **2.6. Инженерные сооружения промышленно-гражданских комплексов**

Цилиндрические и прямоугольные резервуары. Бункеры и силосы. Подпорные стены. Конструктивные решения, принципы расчета, особенности конструирования и армирования.

## **2.7. Особенности железобетонных конструкций зданий и сооружений, эксплуатируемых и возводимых в особых условиях**

Понятие о динамическом воздействии на здания и сооружения. Принцип расчета.

Понятие о сейсмическом воздействии. Принцип определения сейсмических нагрузок на здание. Расчет на сейсмические воздействия. Пассивные и активные технические средства защиты.

Конструкции при длительном воздействии высоких и низких температур. Особенности физико-механических свойств бетона и арматуры. Основные положения расчета и конструирования.

Конструкции, эксплуатируемые при длительном воздействии агрессивной среды. Виды агрессивных сред, меры по защите. Особенности конструирования.

## **2.8. Металлические конструкции**

### **2.8.1. Введение. Развитие металлических конструкций**

Краткая история развития металлических конструкций в России. Основные этапы развития металлических конструкций в западных странах. Номенклатура и область применения металлических конструкций. Основные особенности металлических конструкций и предъявляемые к ним требования. Перспективы развития металлических конструкций

### **2.8.2. Материалы для строительных металлических конструкций. Основные свойства и работа материалов в строительных конструкциях**

#### **2.8.2.1. Свойства металлов и методы их оценки**

Материалы для металлических конструкций и краткие сведения о их получении. Чугун, малоуглеродистые стали и алюминиевые сплавы. Достоинства и недостатки строительных сталей. Понятия надежности и долговечности металлических конструкций. Основные свойства строительных сталей: прочность, упругость, пластичность, хрупкость, твердость, ползучесть. Методы определения прочностных и деформационных показателей строительных сталей. Испытания сталей на растяжение. Диаграмма работы стали  $\sigma$ - $\epsilon$ .

#### **2.8.2.2. Стали и алюминиевые сплавы**

Общая характеристика сталей. Структурный анализ сталей. Микроструктурный состав сталей. Классификация сталей. Легированные стали. Влияние химических элементов на свойства стали. Влияние фосфора и серы на свойства сталей. Процесс раскисления сталей. Методы повышения качества сталей. Маркировка и нормирование строительных сталей. Оценка свариваемости стали.

Стали обычной прочности. Стали повышенной прочности. Стали высокой прочности. Атмосферостойкие стали. Выбор сталей для строительных металлических конструкций. Влияние различных факторов на свойства стали.

Работа стали под нагрузкой. Виды и механизм разрушения стали. Понятия о дефектах кристаллического строения стали. Работа стали при одноосном растяжении. Работа стали при сложном напряженном состоянии. Работа стали при неравномерном распределении напряжений. Концентрация напряжений. Работа стали при повторных нагрузках. Понятия об усталости стали.

Алюминиевые сплавы. Получение алюминиевых сплавов и их маркировка. Физико-механические характеристики алюминия и сплавов на его основе.

Сортамент. Характеристики основных профилей сортамента. Листовая сталь. Фасонная сталь. Холодногнутые профили. Профили из алюминиевых сплавов.

### **2.8.3. Основы расчета металлических конструкций**

Основные понятия и определения при расчете металлических конструкций. Методика расчета конструкций по предельным состояниям. Понятие о методике допускаемых напряжений и вероятностном методе расчета. Классификация нагрузок и их сочетаний.

Работа под нагрузкой и расчет элементов конструкций. Учет сложного напряженного состояния при расчете металлических конструкций и условия пластичности.

Основы расчета на прочность и деформативности центрально растянутых или сжатых элементов. Расчет элементов металлических конструкций при воздействии переменных нагрузок.

### **2.8.3.1. Основы проектирования и расчета изгибаемых балочных конструкций**

Основы работы и расчета изгибаемых элементов. Расчет прочности на действие нормальных напряжений. Расчет прочности при действии касательных напряжений. Расчет прочности при совместном действии нормальных и касательных напряжений. Понятие о пластическом шарнире. Расчет устойчивости элементов изгибаемых балок составного сечения. Проверка устойчивости поясов и стенки составных балок двутаврового сечения. Расчет общей устойчивости изгибаемых элементов. Общая устойчивость плоской формы изгиба стержней. Местная устойчивость элементов изгибаемых металлических конструкций.

Балки и балочные конструкции. Компоновка балочных конструкций. Настилы балочных клеток. Подбор сечения и проверка несущей способности прокатных балок. Подбор сечения и проверка несущей способности составных балок. Проверка жесткости балок. Проверка и обеспечение местной и общей устойчивости составных балок. Расчет и проектирование стыков балок на сварке и высокопрочных болтах. Расчет и проектирование стыка балок на накладках. Сопряжение балок в балочной клетке.

Пути совершенствования балочных конструкций. Балки с перфорированной стенкой. Бистальные балки. Предварительно напряженные балки. Балки с гибкой стенкой. Балки с гофрированной стенкой.

### **2.8.3.2. Основы проектирования и расчета центрально сжатых колонн**

Общая характеристика колонн и стержней, работающих на центральное сжатие. Сплошные и сквозные центрально сжатые колонны. Основные понятия об устойчивости центрально сжатых стержней. Понятие гибкости центрально сжатого стержня. Влияние решеток на устойчивость стержня сквозной колонны. Колонны с безраскосной решеткой. Определение коэффициента устойчивости. Влияние закрепление стержня на несущую способность центрально сжатого стержня. Проверка устойчивости поясов и стенки сплошных колонн двутаврового сечения. Расчет устойчивости центрально сжатых колонн сквозного сечения. Влияние решеток и планок на устойчивость сквозных центрально сжатых колонн. Проверка устойчивости сплошных и сквозных центрально сжатых колонн в плоскости и из плоскости действия момента.

Подбор стержня и конструктивное оформление стержня сплошной и сквозной колонны. Подбор и расчет решетки (планок) сквозной колонны. Расчет и конструктивное оформление траверс и баз колонн. Расчет и конструктивное оформление оголовков сплошных и сквозных колонн.

### **2.8.3.3. Основы проектирования и расчета ферм**

Классификация ферм и область их применения. Компоновка конструкций ферм, выбор статической схемы. Определение генеральных размеров ферм. Системы решеток ферм и их характеристики. Типы сечений стержней ферм. Стержни легких ферм. Стержни тяжелых ферм.

Принципы расчета ферм. Определение расчетной нагрузки. Определение усилий в стержнях ферм. Определение расчетной длины стержней ферм. Предельные гибкости стержней ферм. Подбор сечений сжатых и растянутых элементов ферм. Подбор сечений стержней при действии продольной силы и изгиба. Подбор и проверка стержней по предельным гибкостям.

Общие требования при конструировании легких ферм. Фермы из одиночных и парных уголков. Узлы ферм из парных уголков. Укрупнительные стыки стропильных ферм из парных уголков. Фермы из широкополочных тавров. Фермы из труб и гнутых замкнутых профилей. Расчет и проектирование узлов ферм.

### **2.8.3.4. Работа элементов конструкций на кручение**

Работа на кручение стержней замкнутого сечения. Работа на кручение стержней открытого сечения. Понятие о стесненном кручении стержней открытого профиля. Расчет и проверка прочности сечения элементов при действии изгиба со стесненным кручением.

## **2.8.4. Соединения металлических конструкций**

### **2.8.4.1. Сварка и сварные соединения**

Классификация сварки. Термический класс сварки. Сущность процесса электродуговой сварки. Электрическая сварочная дуга. Оборудование для электродуговой сварки. Устройство сварочного трансформатора. Источники питания электрической дуги и их характеристики. Виды электродуговой сварки: ручная электродуговая сварка, полуавтоматическая электродуговая сварка, автоматическая сварка под флюсом, электрошлаковая сварка, точечная сварка, роликовая сварка. Методика выполнения сварочных швов.

Газовая сварка. Сущность газовой сварки и газовой резки стали. Газы для газовой сварки и резки. Структура пламени газовой горелки. Техника газовой сварки. Оборудование для газовой сварки и резки.

Основные типы сварных соединений и швов. Разделка кромок. Классификация сварных швов. Геометрические очертания сварных швов. Термический цикл сварки. Схема строения зоны термического влияния при сварке низкоуглеродистой, среднеуглеродистой и низколегированной стали. Понятие о сварочных напряжениях и деформациях.

Конструирование и работа сварных соединений. Проектирование и расчет стыковых соединений. Проектирование и расчет соединений, выполненных с помощью угловых швов. Влияние остаточных сварочных напряжений на работу сварных конструкций. Конструктивные требования к сварным соединениям. Особенности работы сварных соединений при действии циклических нагрузок.

Контроль качества сварки и сварных соединений. Основные дефекты и причины их образования. Основные виды контроля качества сварных соединений. Техника безопасности при сварке и термической резке.

### **2.8.4.2. Болтовые соединения**

Виды болтов, применяемых в строительных конструкциях. Виды болтовых и заклепочных соединений. Работа и расчет болтовых соединений. Болтовые соединения без контролируемого натяжения болтов. Схема работы болта и соединения. Фрикционные соединения на высокопрочных болтах. Принципы проектирования и расчета болтовых соединений. Конструирование болтовых соединений. Размещение болтов в соединении.

## **2.8.5. Основы проектирования, изготовления и монтажа металлических конструкций**

Основы проектирования металлических конструкций. Технологии изготовления металлических конструкций. Состав проектной документации металлических конструкций. Производственные требования к конструктивной форме. Требования к конструкциям при перевозке. Технологии монтажа металлоконструкций.

## **2.8.6. Основные вопросы проектирования конструкций каркасов производственных зданий**

Общая характеристика каркасов производственных зданий. Эксплуатационные требования, требования надежности и долговечности. Экономические факторы. Состав каркаса и его конструктивные схемы. Компоновка конструктивной схемы каркаса.

Компоновка однопролетных и многопролетных поперечных рам. Связи каркасного здания. Связи между колоннами. Связи по покрытию. Компоновка конструкций покрытия. Беспрогонные покрытия и покрытия по прогонам. Фахверк и конструкции заполнения проемов.

### **2.8.7. Особенности расчета поперечных рам каркаса производственного здания**

Учет действительной работы каркаса под нагрузкой и расчет поперечных рам. Нагрузки, действующие на раму. Постоянные нагрузки. Временные нагрузки. Крановые нагрузки. Определение расчетных усилий в элементах рам и проверка жесткости.

Конструкции покрытия производственных зданий. Сплошные и решетчатые прогоны. Стропильные и подстропильные фермы. Опорные узлы стропильных ферм и принципы их расчета. Рядовые узлы стропильных ферм и принципы их проектирования и расчета.

Типы колонн производственных зданий. Расчет и конструирование стержня колонн. Сплошные колонны – расчет и проектирование. Сквозные колонны – расчет и проектирование. Многоступенчатые колонны каркаса. Подбор и проектирование сечений верхней и нижней частей одноступенчатой колонны.

Узлы опирания подкрановых балок и стыки колонн. Базы колонн, принципы их расчета и проектирования. Оголовки колонн, принципы их расчета и проектирования.

### **Экзаменационные вопросы**

1. Сущность железобетона, совместная работа бетона и арматуры, достоинства и недостатки железобетона.
2. Характеристики прочности бетона и их связь со структурой бетона.
3. Усадка и ползучесть бетона.
4. Силовые деформации и модуль деформаций бетона.
5. Кривые « $\sigma - \epsilon$ » для всех видов нагружения бетона.
6. Классы и марки бетона.
7. Виды и классы арматуры.
8. Кривые « $\sigma - \epsilon$ » для всех видов арматуры.
9. Сцепление арматуры с бетоном.
10. Усадка и ползучесть железобетона.
11. Сущность и способы создания предварительного напряжения.
12. Потери предварительного напряжения.
13. Стадии напряженно-деформированного состояния при изгибе.
14. Сущность расчета по предельным состояниям.
15. Расчетные и нормативные нагрузки.
16. Расчетные и нормативные характеристики бетона и арматуры.
17. Конструктивные особенности изгибаемых элементов.
18. Виды разрушения и сущность расчета по нормальному сечению изгибаемого элемента.
19. Особенности расчета нормального сечения для таврового изгибаемого элемента.
20. Как рассчитываются перерезанные изгибаемые элементы.
21. Виды разрушения изгибаемых элементов по наклонным сечениям.
22. Расчетная схема при расчете изгибаемого элемента по  $Q$ .
23. Расчетная схема при расчете наклонного сечения изгибаемого элемента по  $M_{изг}$ .
24. Конструктивные особенности сжатых элементов.
25. Расчетная схема для внецентренно сжатого элемента
26. Конструктивные особенности и расчет растянутых элементов.
27. Сущность расчета железобетонных элементов по трещиностойкости.
28. Сущность расчета железобетонных элементов по деформациям.



29. Общие принципы проектирования железобетонных конструкций.
30. Балочные сборные перекрытия, расчетные схемы и проектирование.
31. Расчет и конструирование сборных плит перекрытий с овальными и круглыми пустотами.
32. Расчет и конструирование сборных ребристых плит перекрытия.
33. Расчет и конструирование ригелей сборных балочных перекрытий.
34. Соотношение эпюр внешних нагрузок и эпюр материалов в железобетонных конструкциях.
35. Конструирование стыка ригеля с колонной в балочных сборных перекрытиях.
36. Особенности проектирования ребристых монолитных перекрытий с балочными плитами.
37. Расчет и конструирование плит монолитных балочных перекрытий.
38. Расчет и конструирование второстепенных балок монолитных балочных перекрытий.
39. Особенности расчета и конструирования главных балок монолитных ребристых перекрытий.
40. Ребристые монолитные перекрытия с плитами, работающими в двух направлениях.
41. Статический и кинематический способы расчета метода предельного равновесия.
42. Расчет плит, опертых по контуру, по методу предельного равновесия.
43. Безбалочные монолитные перекрытия.
44. Безбалочные сборные перекрытия.
45. Основы расчета безбалочных перекрытий.
46. Основные типы многоэтажных железобетонных зданий.
47. Конструктивные схемы многоэтажных железобетонных зданий.
48. Многоэтажные здания с рамным каркасом, расчет и конструирование.
49. Многоэтажные здания с рамно-связевым каркасом, расчет и конструирование.
50. Многоэтажные здания со связевым каркасом, расчет и конструирование.
51. Многоэтажные панельные здания, расчет и конструирование.
52. Виды и типы фундаментов для многоэтажных зданий и их конструирование.
53. Расчет отдельно стоящих центрально нагруженных фундаментов для многоэтажных зданий.
54. Материалы для каменных кладок и классификация их физико-механических характеристик.
55. Прочность и деформативность каменной кладки.
56. Расчет прочности центрально сжатых элементов каменных конструкций.
57. Расчет прочности внецентренно сжатых элементов каменных конструкций.
58. Виды и типы армокаменных конструкций и их расчет по прочности.
59. Особенности расчета и проектирования каменных конструкций, возводимых в зимнее время.
60. Типы конструктивных схем каменных зданий, связи между элементами зданий.
61. Расчет элементов каменных зданий с жесткой конструктивной схемой.
62. Конструктивные схемы одноэтажных каркасных зданий.
63. Расчет поперечных рам одноэтажных каркасных зданий.
64. Конструирование и особенности расчета плит покрытия одноэтажных каркасных зданий.
65. Конструктивные особенности и расчет крупноразмерных плит покрытия одноэтажных каркасных зданий.
66. Конструирование и особенности расчета двускатных балок покрытия одноэтажных каркасных зданий.
67. Конструирование и особенности расчета балок типа БДР для покрытий одноэтажных каркасных зданий.
68. Конструирование и особенности расчета стропильных раскосных ферм для покрытий одноэтажных каркасных зданий.

69. Конструирование и особенности расчета стропильных безраскосных ферм для покрытий одноэтажных каркасных зданий.
70. Особенности конструирования и расчета железобетонных подстропильных ферм.
71. Конструкция и расчет железобетонных подкрановых балок одноэтажных каркасных зданий.
72. Конструкция и расчет железобетонных колонн одноэтажных каркасных зданий.
73. Внецентренно нагруженные железобетонные фундаменты под колонны одноэтажных каркасных зданий.
74. Общие сведения и особенности конструирования железобетонных пространственных покрытий.
75. Особенности конструирования и расчета длинных железобетонных цилиндрических оболочек.
76. Особенности конструирования и расчета коротких железобетонных цилиндрических оболочек.
77. Конструктивные особенности железобетонных оболочек положительной гауссовой кривизны.
78. Особенности конструирования и расчета железобетонных куполов.
79. Особенности конструирования вантовых покрытий зданий.
80. Конструкция и расчет цилиндрических железобетонных резервуаров.
81. Конструкция и расчет прямоугольных железобетонных резервуаров.
82. Особенности конструирования и расчета железобетонных бункеров.
83. Особенности конструирования и расчета железобетонных силосов.
84. Конструкция и расчет железобетонных подпорных стен.
85. Железобетонные конструкции, эксплуатируемые в особых условиях.
86. Малоуглеродистые и низколегированные стали для строительных конструкций: механические свойства и химический состав.
87. Влияние различных факторов на свойства стали: химического состава, температуры.
88. Работа стали при статической нагрузке. Диаграмма работы стали  $\sigma$ - $\epsilon$ .
89. Работа стали при переменных нагрузках. Явление усталости.
90. Основные положения расчёта металлических конструкций по предельным состояниям. Классификация нагрузок и их сочетаний; коэффициенты надёжности, условий работы.
91. Нормативные и расчётные сопротивления стали силовым воздействиям.
92. Проверка прочности однопролетной шарнирно опертой балки.
93. Расчётные длины центрально-сжатой колонны
94. Определение прогиба однопролетной шарнирно опертой балки.
95. Конструкция оголовка сплошной центрально-сжатой колонны.
96. Конструкция балочных клеток
97. Конструкция оголовка сквозной центрально-сжатой колонны.
98. Конструирование балочной клетки нормального типа.
99. Конструкция базы сплошной центрально-сжатой колонны.
100. Конструирование балочной клетки усложненного типа.
101. Конструкция базы сквозной центрально-сжатой колонны.
102. Поэтажное опирание балок в балочной клетке.
103. Конструкция решеток сквозной центрально-сжатой колонны.
104. Опирание балок в одном уровне в балочной клетке усложненного типа.
105. Расчет опорной плиты базы сплошной центрально-сжатой колонны
106. Пониженное опирание балок в балочной клетке усложненного типа.
107. Определение высоты траверсы базы центрально-сжатой колонны
108. Подбор сечения прокатной балки.
109. Подбор сечения и проверка прочности и устойчивости элементов составной балки.
110. Конструкция оголовков сквозных центрально-сжатых колонн.

111. Виды балочных клеток.
112. Подбор сечения сплошной центрально-сжатой колонны.
113. Подбор сечений сквозной центрально-сжатой колонны.
114. Конструкция главной балки балочной клетки.
115. Расчет настила балочной клетки.
116. Конструкция оголовка сплошной центрально-сжатой колонны.
117. Определение гибкости сплошной и сквозной центрально-сжатой колонны.
118. Укрупнительный стык главной балки.
119. Определение высоты траверсы базы сплошной центрально-сжатой колонны.
120. Сварные соединения: виды сварных швов и соединений, расчёт и конструирование стыковых сварных соединений, расчёт и конструирование соединений с угловыми швами.
121. Болтовые соединения: виды болтов, работа и расчёт болтовых соединений без контролируемого натяжения болтов, работа и расчёт фрикционных соединений на высокопрочных болтах, конструирование болтовых соединений.
122. Основные положения расчёта металлических конструкций по предельным состояниям. Классификация нагрузок и их сочетаний; коэффициенты надёжности, условий работы.
123. Подбор сечения и конструктивное оформление стержня сквозной колонны, проверка устойчивости колонны относительно свободной и материальной осей. Расчёт планок. Влияние решёток на устойчивость стержня сквозной колонны.
124. Базы колонн: расчёт и конструктивное оформление баз с траверсами и консольными рёбрами, расчёт и конструирование баз с фрезерованным торцом стержня колонны.
125. Оголовки колонн и сопряжение ферм с колоннами: расчёт и конструирование оголовков колонн при опирании ферм сверху и сбоку.
126. Фермы. Общая характеристика и классификация ферм.
127. Фермы. Компонировка ферм, определение высоты ферм.
128. Покрытия производственных зданий. Конструирование и расчет прогонов сплошного сечения.
129. Устойчивость ферм, связи. Подбор сечения связей.
130. Фермы. Определение нагрузок и усилий в стержнях ферм.
131. Компонировка и подбор сечений растянутых элементов ферм различного поперечного сечения.
132. Компонировка и подбор сечений сжатых элементов ферм различного поперечного сечения. Определение расчетных длин сжатых стержней.
133. Соединительные прокладки в элементах ферм из парных уголков.
134. Конструирование и расчет узлов ферм с сечениями из парных уголков.
135. Опорные узлы ферм при шарнирном опирании на колонны.
136. Укрупнительные узлы ферм: конструирование и расчет.
137. Общая характеристика каркасов одноэтажных производственных зданий. Требования, предъявляемые к каркасам. Элементы каркаса.
138. Система связей каркасов одноэтажных производственных зданий. Связи по колоннам каркаса.
139. Связи по покрытию производственного здания: по верхним и нижним поясам стропильных ферм, вертикальные связи между фермами.
140. Компонировка поперечных рам каркасов одноэтажных производственных зданий.
141. Определение нагрузок на поперечные рамы каркаса: постоянных, технологических (крановых), атмосферных.
142. Расчетные схемы поперечных рам, определение усилий в элементах рам.
143. Определение расчетных длин ступенчатых внецентренно-сжатых колонн.
144. Конструирование и расчет внецентренно сжатых колонн симметричного сечения.
145. Особенности конструирования и расчета внецентренно сжатых колонн несимметричного сечения.

146. Конструирование и расчет внецентренно сжатых колонн сквозного сечения.
147. Конструирование и расчет баз внецентренно сжатых колонн сплошного и сквозного сечений.
148. Конструирование и расчет узла сопряжения верхней и нижней частей ступенчатых колонн.
149. Конструирование и расчет узла при жестком сопряжении сквозного ригеля с колонной.

## **Список рекомендуемой литературы**

### **Основная**

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции: Общий курс: Учебник для вузов. 6-е изд. / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. — М.: АСВ, 2010. - 768 с.: ил.
2. Бондаренко В.М. Железобетонные и каменные конструкции: учебник для вузов / В.М. Бондаренко, О.Р. Бакиров, В.Г. Назаренко, В.И. Римшин. - М.: Стройиздат, 2004. - 876 с.
3. Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р., Пахмурин О.Р., Самсонов В.С. Железобетонные и каменные конструкции. Учебник - М.: АСВ, 2011. - 672 с.
4. Кудишин Ю. И. Металлические конструкции: учеб. для вузов по спец. "Пром. и гражд. стр-во" направления подготовки "Стр-во"/ под ред. Ю. И. Кудишина. - 12-е изд., стер./ Е. И. Беленя, В. С. Игнатьева, А. Б. Пуховский, Г. С. Ведеников, Б. Ю. Уваров, С. М. Астряб, В.Н. Валь, Ю.В. Соколов, Т. Н. Морачевский, Д. Н. Стрелецкий. – М.: Академия, 2010. - 681 с.
5. Мандриков А.П. Примеры расчета металлических конструкций : учебное пособие / А.П. Мандриков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Лань. 2012 – 432 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература)
6. Горев В.В. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 1. Элементы конструкции: Учеб. для строит. вузов/ Под ред. В.В. Горева. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2004. – 551 с.
7. Горев В.В. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2. Конструкции зданий: Учеб. для строит. вузов/ Под ред. В.В. Горева. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 528 с.

### **Дополнительная**

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003,- М.: 2012. - 161 с.
2. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры (одобрен постановлением Госстроя РФ от 25.12.2003 г. №215). - М.: Госстрой - 2004.
3. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. - М.: ОАО ЦНИИПромзданий. - 2005. - 214 с.
4. СП 52-102-2004. Предварительно напряженные железобетонные конструкции. - М.: Госстрой. - 2005. -15 с.
5. Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона (к СП 52-102-2004). ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. - М.: ОАО ЦНИИПромзданий. - 2005. - 158 с.
6. СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий. -М.: Госстрой.- 2006. -22 с.
7. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП П-22-81\*. -М.: ФАУ «ФЦС», 2012. -78 с.
8. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. - М.: ОАО «ЦПП», 2011.-96 с.
9. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция

СНиП 2.02.01-83\*. -М.: ОАО «ЦПП», 2011. - 166 с.

10. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения (к СНиП 2.03.01-84), - М.: ЦИТП, 1986.

11. Бородачев Н.А. Курсовое проектирование железобетонных и каменных конструкций в диалоге с ЭВМ: Учеб. пособие для вузов - Самара: СГАСУ, 2012. - 304 с.

12. Мурашкин Г.В. Лабораторный практикум по железобетонным и каменным конструкциям / Г.В. Мурашкин, А.И. Снегирева. - М.: АСВ, 2006.- 120 с.

13. Проектирование железобетонных конструкций: Справ. пос. / А.Б. Гольшев, Б.Я. Бачинский и др.; под ред. А. Б. Гольшева - Киев, Будівельник, 1990. - 544 с.

14. СП 16.13330.2016. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*,- М.: 2016. - 149 с.

15. СП 260.1325800.2016. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования. – 2016. -122 с.

16. СП 53-102-2004. Общие правила проектирования стальных конструкций. - 2005.– 130 с.

17. СП 294.1325800.2017. Конструкции стальные. Правила проектирования. – 2017. – 164 с.

18. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. - М.: -2016. - 95 с.

### **РАЗДЕЛ 3. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ**

#### **3.1. Тепловлажностный и воздушный режим зданий и сооружений**

Понятие микроклимата. Условия комфортности. Нормативные требования к микроклимату. Тепловлажностный и воздушный режим зданий, методы и средства их обеспечения. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Физические основы передачи тепла через ограждающие конструкции. Гипотеза Фурье. Уравнение теплового баланса помещения, определение тепловой мощности системы отопления по укрупненным показателям. Коэффициент теплопроводности. Зависимость коэффициента теплопроводности строительных материалов от температуры, плотности, влажности. Стационарный метод определения коэффициента теплопроводности. Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции. Теплопередача через однослойные и многослойные ограждающие конструкции и стенки. Коэффициент теплотехнической однородности.

#### **Список рекомендуемой литературы**

1. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учеб. для вузов/ В.Н. Богословский. 3-е изд. – СПб.: АВОК – СЕВЕРО-ЗАПАД, 2006. – 400 с. – ISBN 5-902146-10-0.

2. Михеев М.А. Основы теплопередачи./ М.А. Михеев, И.М. Михеева. – 3-е изд. репринт перераб. и доп. – М.: ИД «БАСТЕТ», 2010. 343 с. –ISBN 978 – 5 -903178-20-9.

3. Кудинов А.А.: Строительная теплофизика: учебное пособие/ А.А. Кудинов, Ю.С. Вытчиков: СГАСУ, каф. гидравлики и теплотехники: Самара, 2008. – 80 с.

4. Бакрунов Г.А. Теплозащита зданий и сооружений: учебное пособие/ Г.А. Бакрунов, Ю.С. Вытчиков. - Самара: СГАСУ, 2004. – 84 с. ISBN 5-9585-0073-2.

5. Теплотехника: учеб. для вузов/ А.П. Баскаков, О.К. Витт и др.: под ред. А.П. Баскакова. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: ИД «БАСТЕТ», 2010. -325 с. –ISBN 978-5-19-3.

### **3.2. Отопление. Снижение теплопотерь через ограждающие конструкции. Современные отопительные приборы**

Отопление. Теплопотери через наружные ограждающие конструкции. Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции. Определение теплопотерь через ограждающие конструкции здания по укрупненным показателям. Инфильтрация и экс фильтрация воздуха через ограждающую конструкцию. Нормативные требования по теплозащите ограждающих конструкций. Нормативные требования по микроклимату зданий. Виды систем отопления. Конструктивные элементы систем отопления. Расчет нагревательных приборов. Современные отопительные приборы. Требования, предъявляемые к отопительным приборам. Виды отопительных приборов. Область применения отдельных видов отопительных приборов, их размещение и установка. Однотрубные системы водяного отопления. Двухтрубные системы отопления. Удельный расход тепла на отопление здания. Виды теплообмена.

#### **Список рекомендуемой литературы**

1. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учеб. для вузов/ В.Н. Богословский. 3-е изд. – СПб.: АВОК – СЕВЕРО-ЗАПАД, 2006. – 400 с. – ISBN 5-902146-10-0.
2. Сканави А. Н., Махов Л. М. Отопление. Учебник для вузов. – М.: Изд-во АСВ, 2008.
3. Теплотехника: учеб. для вузов/ А.П. Баскаков, О.К. Витт и др.: под ред. А.П. Баскакова. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: ИД «БАСТЕТ», 2010. -325 с. –ISBN 978-5-19-3/

### **3.3. Вентиляция. Естественная и вынужденная системы вентиляции**

Вентиляция. Общие сведения. Классификация вентиляционных систем. Расчет воздухообмена в помещении. Естественная вентиляция многоэтажных жилых зданий. Основы расчета естественной вытяжной вентиляции. Оборудование для систем механической вентиляции. Выбор расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха в помещениях жилых и общественных зданий. Воздушный режим помещений. Расчет основных вредностей. Построение процессов обработки воздуха на I-d диаграмме. Воздухораспределители и вытяжные устройства. Уравнение воздушного баланса помещения. Схемы организации воздухообмена. Определение минимально необходимого расхода воздуха. Коэффициент эффективности воздухообмена. Определение параметров приточного и удаляемого воздуха при смешивающей и вытяжной вентиляции. Использование тепла вентиляционных выбросов в зданиях.

#### **Список рекомендуемой литературы**

1. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учеб. для вузов/ В.Н. Богословский. 3-е изд. – СПб.: АВОК – СЕВЕРО-ЗАПАД, 2006. – 400 с. – ISBN 5-902146-10-0.
2. Каменев П.Н., Тертичник Е.И. Вентиляция. Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 616 с.
3. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. Для вузов по спец. «Пром. И гражд. Стр-во»/ К.В. Тихомиров, Э.С. Сергиенко. -5-е изд. Рекр. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – ISBN 978-903178-02-5.
4. Штокман Е.А. Теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. пособие/ Е.А. Штокман, Ю.Н. Парагодин. – М.: АСВ, 2012. – 176 с.
5. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки 140100 – «Теплоэнергетика»/ Б.А. Семенов. – 2-е изд. доп. – Москва: Лань, 2013. – 394 с.
6. Теплотехника: учеб. для вузов/ А.П. Баскаков, О.К. Витт и др.: под ред. А.П. Баскакова. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: ИД «БАСТЕТ», 2010. -325 с. –ISBN 978-5-19-3/

### **3.4. Кондиционирование воздуха**

Кондиционирование воздуха. Общие сведения. Классификация многозональных систем кондиционирования воздуха. Автоматическое регулирование установки многозональной системы кондиционирования воздуха. Принципиальная схема системы с двумя рециркуляциями.

#### **Список рекомендуемой литературы**

1. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учеб. для вузов/ В.Н. Богословский. 3-е изд. – СПб.: АВОК – СЕВЕРО-ЗАПАД, 2006. – 400 с. – ISBN 5-902146-10-0.
2. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. Для вузов по спец. «Пром. И гражд. Стр-во»/ К.В. Тихомиров, Э.С. Сергиенко. -5-е изд. Рекр. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – ISBN 978-903178-02-5.
3. Штокман Е.А. Теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. пособие/ Е.А. Штокман, Ю.Н. Парагодин. – М.: АСВ, 2012. – 176 с.

### **3.5. Теплоснабжение. Централизованное и автономное теплоснабжение**

Теплоснабжение. Централизованное и децентрализованное теплоснабжение. Классификация систем теплоснабжения. Теплоемкость, первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия, энтропия. Выбор системы теплоснабжения и вида теплоносителя. Определение и общая классификация топлива, его основные характеристики. Определение и классификация котельных установок. Основные принципы проектирования котельных установок. Паровые системы теплоснабжения. Виды и характеристика тепловых нагрузок. Режимы потребления тепловой энергии. Определение и классификация тепловых сетей. Основные принципы проектирования тепловых сетей. Принципиальные отличия схем присоединения систем водяного отопления к тепловым сетям. Оборудование узла ввода в здание. Назначение и классификация запорно-регулирующей арматуры. Виды регулирования. Классификация систем горячего водоснабжения. Преимущества, недостатки и условия применения панельно-лучистого отопления. Местные системы горячего водоснабжения. Тепловая изоляция трубопроводов. Открытая схема ГВС. Закрытая схема ГВС. Подключение абонентов по зависимой схеме с элеватором. Центральные тепловые пункты. Оборудование ЦТП. Воздушная прокладка тепловых сетей. Подземная прокладка тепловых сетей. Автономное теплоснабжение коттеджей.

#### **Список рекомендуемой литературы**

1. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. Для вузов по спец. «Пром. И гражд. Стр-во»/ К.В. Тихомиров, Э.С. Сергиенко. -5-е изд. Рекр. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – ISBN 978-903178-02-5.
2. Штокман Е.А. Теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. пособие/ Е.А. Штокман, Ю.Н. Парагодин. – М.: АСВ, 2012. – 176 с.
3. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки 140100 – «Теплоэнергетика»/ Б.А. Семенов. – 2-е изд. доп. – Москва: Лань, 2013. – 394 с.

### **3.6. Газоснабжение жилых, общественных зданий и промышленных предприятий**

Газоснабжение. Общие сведения. Основные понятия и определения технической термодинамики: понятие о рабочем теле, теплота и работа, параметры и уравнение состояния газа. Классификация газопроводов систем газоснабжения. Газораспределительные станции

(ГРС), газорегуляторные пункты (ГРП). Совершенствование газогорелочных устройств. Оборудование ГРС, ГРП, ГРУ.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. Для вузов по спец. «Пром. И гражд. Стр-во»/ К.В. Тихомиров, Э.С. Сергиенко. -5-е изд. Рекр. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – ISBN 978-903178-02-5.
2. Штокман Е.А. Теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. пособие/ Е.А. Штокман, Ю.Н. Парагодин. – М.: АСВ, 2012. – 176 с.
3. Теплотехника: учеб. для вузов/ А.П. Баскаков, О.К. Витт и др.: под ред. А.П. Баскакова. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: ИД «БАСТЕТ», 2010. -325 с. –ISBN 978-5-19-3/

### **3.7. Естественное и искусственное освещение**

Естественное и искусственное освещение. Основные законы естественного освещения. Закон проекции телесного угла. Коэффициент естественной освещенности. Геометрический коэффициент естественной освещенности. Закон светотехнического подобия. Нормативные требования по естественной освещенности. Графический метод расчета естественного освещения. Виды искусственного освещения помещений. Современные осветительные приборы.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Теплотехника: учеб. для вузов/ А.П. Баскаков, О.К. Витт и др.: под ред. А.П. Баскакова. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: ИД «БАСТЕТ», 2010. -325 с. –ISBN 978-5-19-3.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Понятие о рабочем теле, теплота и работа, параметры и уравнение состояния газа, теплоемкость.
3. Первый закон термодинамики, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия.
4. Основные понятие и определения процесса обмена теплотой.
5. Виды теплообмена: теплопроводность, конвекция и излучение, основные закономерности.
6. Теплопередача через однослойные и многослойные ограждающие конструкции и стенки, коэффициент теплопередачи и сопротивление теплопередачи.
7. Свободное программное обеспечение, использующее соответствующий физико-математический аппарат для решения проблем теплогазоснабжения.
8. Понятие «микроклимата» помещения. Теплообмен человека и условия комфортности. Системы инженерного оборудования для создания и обеспечения заданного микроклимата помещений.
9. Теплозащитные свойства наружных ограждений.
10. Уравнение теплового баланса, определение тепловой мощности системы отопления. Теплопоступления в помещения.
11. Панельно-лучистые, воздушные и электрические системы отопления: классификация, принцип действия
12. Назначение и область применения систем кондиционирования воздуха (СКВ). Классификация СКВ.
13. Сплит-системы.
14. Топливо. Определение и общая классификация топлива, основные характеристики.
15. Определение и классификация тепловых сетей. Способы прокладки тепловых сетей.
16. Классификация газопроводов систем газоснабжения.



17. Газораспределительные станции (ГРС), газорегуляторные пункты (ГРП)
18. Внедрение энергоэффективных технологий технологий производства энергии при регулировании давления газа, изотермическое регулирование.
19. Катодная защита газопроводов на основе энергосберегающих технологий.
20. Назначение систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Свойства влажного воздуха. I-d диаграмма и изображение основных процессов обработки влажного воздуха
21. Определение и общая классификация топлива, его основные характеристики
22. Определение и классификация котельных установок. Основные принципы проектирования котельных установок
23. Теплопередача через однослойные и многослойные ограждающие конструкции и стенки
24. Коэффициент теплопередачи и сопротивление теплопередачи
25. Классификация систем отопления

## **РАЗДЕЛ 4. ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

### **4.1. Водопотребление**

Природные источники водоснабжения. Использование воды для целей водоснабжения. Системы водоснабжения и режим их работы. Системы подачи и распределения воды. Устройство водопроводной сети. Водозаборные сооружения. Улучшение качества воды. Удаление примесей воды фильтрованием. Обеззараживание. Дезодорация. Фторирование. Обесфторирование. Обезжелезивание и умягчение воды. Вопросы проектирование водоочистительных комплексов. Водоснабжение строительных площадок. Сельскохозяйственное водоснабжение.

### **4.2. Водоснабжение промышленных предприятий**

Системы водоснабжения предприятий. Охлаждающие устройства систем промышленного водоснабжения. Особенности водоснабжения предприятий различных отраслей промышленности. Противопожарное водоснабжение. Дегазация водоснабжения. Обессоливание и опреснение воды. Удаление из воды кремневой кислоты. Обработка воды для борьбы с коррозией и зарастанием труб и оборудования систем водоснабжения. Обработка охлаждающей воды. Водоочистные комплексы промышленного водоснабжения. Методы и сооружения по обработке и утилизации осадков. Очистка сбросных вод замкнутых систем водоснабжения.

### **4.3. Водоотведение и очистка сточных вод**

Схемы и системы водоотведения. Сточные воды и их классификация. Основы гидрологического расчета водоотводящих сетей, их устройство и эксплуатация. Сооружения на водоотводящей сети. Состав и свойства сточных вод. Водоемы и их охрана от загрязнения сточными водами. Методы очистки и обеззараживания сточных вод. Обработка, обеззараживание и использование осадка. Общие методы очистки сточных вод, системы водоотведения малонаселенных мест и отдельно расположенных объектов.

### **4.4. Водоотводящие системы промышленных предприятий**

Водное хозяйство промышленных предприятий. Приемники производственных сточных вод. Методы и сооружения по механической, физико-химической, биологической и глубокой очистки производственных сточных вод. Методы и сооружения по обработке осадков. Методы ликвидации промстоков и их осадков. Повторное использование воды на

промышленных предприятиях и создание замкнутых систем оборотного водоснабжения. Технологические схемы очистки сточных вод предприятий отдельных отраслей промышленности.

#### 4.5. Реконструкция инженерных систем и сооружений

Анализ сооружений по очистки природных и сточных вод. Основные направления и методы интенсификации работы сооружений по очистке сточных вод и обработке осадков. Проектные решения по реконструкции и интенсификации работы очистных сооружений.

##### Список рекомендуемой литературы

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. М., Стройиздат, 1982.
2. Алексеев Л.С. Улучшение качества мягких вод. М.: Стройиздат, 1994. - 150 с.
3. Алексеев М. И., Кармазинов Ф. В., Курганов А.М. Гидравлический расчет сетей водоотведения. Ч.1: Закономерности движения жидкости С.-Петерб. гос. архит.-строит. ун-т, СПб., 1997. - 128 с.
4. Алексеев М. И., Кармазинов Ф. В., Курганов А.М. Гидравлический расчет сетей водоотведения: Справ. пособие. Ч.2 : Расчетные таблицы С.-Петерб. гос. архит.-строит. ун-т, СПб., 1997. - 362 с.
5. Белецкий Б.Ф. Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений: М.: Стройиздат, 1992. - 444с.
6. Вода питьевая: Методы анализа: [Сб. гос. стандартов]: ГОСТ 2874-82 и др. - М.: Изд-во стандартов, 1994. - 226 с.
7. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для студентов вузов по спец. "Водоснабжение и водоотведение" Яковлев С.В, Карелин Я.А. Ласков Ю. М. Калицун В. И. - М.: Стройиздат, 2002. - 592 с
8. Водоснабжение и водоотведение: Наруж. сети и сооружения: Справ. / Репин Б.Н., Запорожец С.С., Ереснов В.Н. Под. ред. Б.Н.Репина. - М.: Высш. шк., 1995. - 431 с.:
9. Гордин И.В., Марков П.П. Замкнутые системы аграрно-промышленного водопользования. - М.: Агропромиздат, 1991. - 272 с.
10. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энцикл. / Алексеев В.С., Алексеев Л.С., Алтунин Д.И. и др.; Редкол.: С.В.Яковлев (гл.ред.) и др. - М.: Стройиздат, 1994. - 510 с.:
11. Калицун В. И.,Ласков Ю.М. Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учеб. пособие для студентов вузов по спец. "Пром. и гражд. стр-во" - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 2003. - 398 с.:
12. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Химия воды и микробиология: Для спец. "Эксплуатация оборуд. и систем водоснабжения и водоотведения" - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1995. - 209 с.
13. Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения: Учеб. пособие для студентов вузов по строит. спец. С.-Петерб. гос. архит.-строит. ун-т. - М.: АСВ; СПб.:СПбГАСУ, 1998. - 246 с.: ил.
14. Макарова Н.В. Информатика: Учебник.- 3-е перераб. Изд./Под. ред. проф. Н.В. Макаровой.- СПб.: Финансы и статистика, 2011.
15. Найденко В.В., Губанов Л.Н. Очистка и утилизация промстоков гальванических производств. Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Нижний Новгород. 1999. 368с.
16. Николадзе Г.И.,Сомов М.А. Водоснабжение: Учеб. для студентов вузов по направлению "Строительство", спец. "Водоснабжение и водоотведение" М.: Стройиздат, 1995. - 688 с.:
17. Советов Б.Я. Информационная технология. – М.: Высшая школа, 2005.
18. Строительные нормы и правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.02-84. М.. Стройиздат,1985.

19. Строительные нормы и правила: Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85. М., ЦИТП Госстроя СССР, 1986.
20. Шевелев Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1995. - 172 с
21. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. М., Стройиздат. 1990
22. <http://bookz.ru/>
23. <http://publ.lib.ru>
24. <http://scintific.narod.ru/>
25. <http://sci-lib.com>
26. <http://elibrary.ru/>
27. <http://www.bibliotech.ru>
28. <http://www.nbmgu.ru/>
29. <http://www.lib.smr.ru>

## **РАЗДЕЛ 5. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

### **5.1. Основные положения**

Обзор развития науки, практики производства и применения строительных материалов. Развитие производства материалов, обеспечивающих ускорение научно-технического прогресса в строительстве, уменьшение материалоемкости, повышение качества, экономию затрат труда и топливно-энергетических ресурсов. Техничко-экономическое и экологическое значение использования отходов промышленности.

Работа материалов в конструкциях, действие нагрузок, физико-химические и тепловые воздействия среды. Выбор материалов для различных условий службы. Роль стандартизации, унификации и контроля качества продукции.

Основные сведения о строении вещества. Связь строения материала с его свойствами. Свойства (показатели качества) строительных материалов, факторы, влияющие на свойства, взаимосвязь свойств. Основные факторы и схемы возможного разрушения материалов. Методы исследования свойств строительных материалов. Математические методы анализа результатов испытаний.

### **5.2. Природные каменные материалы и изделия**

Генетическая классификация горных пород. Свойства горных пород, зависимость свойств от строения и происхождения. Основные методы получения и виды природных каменных материалов. Физическое и химическое выветривание камней и меры по их защите. Комплексное использование отходов от обработки горных пород.

### **5.3. Неорганические вяжущие вещества**

Классификация. Способы оценки основных свойств. Химический и минеральный состав, свойства. Факторы, определяющие свойства вяжущего.

Теория твердения вяжущих веществ. Физико-химические основы получения вяжущих веществ с различными свойствами.

Воздушные вяжущие вещества: известь, гипс. Технология получения, особенности свойств и применение. Повышение водостойкости гипса, гипсоцементнопуццолановое вяжущее. Жидкое стекло, кислотоупорный кварцевый цемент, магнезиальное вяжущее вещество.

Портландцемент. Сухой и мокрый способ производства, вопросы экономии тепловой энергии, химико-минералогический состав клинкера. Физико-химические основы схватывания

и твердения. Структура и свойства цементного теста и камня. Основные факторы, влияющие на свойства цемента. Ускорение твердения, меры предупреждения коррозии. Разновидности портландцемента (быстротвердеющий, сульфатостойкие, белый и другие).

Роль минеральных добавок в цементе. Пуццолановый портландцемент. Шлакопортландцемент.

Особые виды цементов: высокоглиноземистый, глиноземистый, расширяющийся и безусадочный цементы, напрягающий цемент. Применение.

Фосфатные и шлако-щелочные вяжущие, их применение. Перспектива развития промышленности вяжущих веществ.

Вяжущие на основе природных и техногенных стекол, их применение.

#### **5.4. Бетоны на неорганических вяжущих веществах**

Классификация бетонов. Материалы для бетона. Требования к заполнителям. Заполнители из промышленных отходов. Химические добавки: пластифицирующие, воздухововлекающие, ускорители твердения, комплексные, противоморозные.

Структура, реология и свойства бетонной смеси. Способы оценки, влияние на свойства бетонной смеси различных факторов. Пластификаторы. Способы уплотнения бетонной смеси.

Структурообразование бетона. Роль цемента и заполнителя. Твердение бетона в различных условиях. Структура бетона, пористость.

Основные свойства бетона: прочность, деформативность, однородность, стойкость. Классы по прочности бетона. Особенности работы бетона под нагрузкой. Современная теория прочности бетона. Влияние состава и структуры бетона на его свойства. Коррозия бетона и железобетона. Стойкость бетона в различных условиях службы. Морозостойкость.

Тяжелые бетоны для разных условий эксплуатации. Определение состава бетона. Способы контроля качества бетона. Пути экономии цемента в бетоне.

Легкие бетоны. Особенности структуры, свойств и технологии. Теория прочности. Бетоны на пористом заполнителе и их разновидности. Особенности технологии и свойств пористых заполнителей. Ячеистые бетоны. Крупнопористые бетоны. Перспективы развития легких бетонов. Использование техногенных отходов.

Специальные виды бетонов: гидротехнический, для защиты от радиоактивного излучения, жаростойкий, дорожный и кислотостойкий.

Силикатные бетоны автоклавного твердения.

Строительные растворы, их составы, свойства, особенности применения.

Монолитный бетон. Особенности технологии применения монолитного бетона в зимний период и в сухом жарком климате.

Улучшение свойств бетона последующей обработкой. Бетонополимеры. Полимерцементные бетоны и пластбетоны. Их применение.

#### **5.5. Железобетон. Назначение арматуры в бетоне**

Развитие промышленности строительных конструкций и деталей. Основные виды железобетонных и бетонных конструкций. Требования к ним: легкость и крупноразмерность, снижение материалоемкости и стоимости, полная заводская готовность, повышение долговечности и архитектурной выразительности. Предварительно-напряженные железобетонные конструкции.

Интенсификация технологии и схемы производства железобетонных изделий. Основные технологические операции: перемешивание бетонной смеси, формование и твердение. Пооперационный контроль производства. Пути ускорения научно-технического прогресса в технологии сборного железобетона. Новые эффективные способы формования и тепловой обработки, экономия материальных, трудовых и топливно-энергетических ресурсов. Виды отделки и облицовки наружных поверхностей.

Особенности производства изделий из особых видов бетона: силикатного, ячеистого и других.

### **5.6. Керамические и плавленные материалы и изделия**

Свойства глин как сырья для керамических изделий. Физико-химические основы производства керамики. Добавки, применяемые в производстве керамики. Принципиальные основы сушки и обжига, влияние этих процессов на качество керамических изделий. Классификация керамических изделий. Структура и свойства строительной керамики. Пластический, сухой и шликерный способ изготовления керамических изделий.

Стеновые материалы: керамический кирпич, эффективные керамические изделия. Изделия для полов и облицовки. Трубы. Черепица. Сантехнические и специальные изделия. Методы декорирования изделий.

Перспективы развития керамической промышленности.

Стекло и стеклянные изделия. Состав, структура и основные свойства стекла. Физико-химические основы производства. Обычное строительное стекло, специальные виды строительного стекла. Способы повышения прочности стекла. Виды стеклянных изделий, применяемых в строительстве. Ситаллы, шлакоситаллы. Каменное литье.

### **5.7. Силикатные и асбоцементные изделия**

Силикатные изделия автоклавного твердения, состав, теория автоклавного синтеза, виды изделий, структура и свойства. Силикатный кирпич, силикатные бетоны. Достоинства и недостатки силикатных материалов.

Асбоцементные изделия. Сырье. Физико-химические основы производства. Основные технологические схемы. Особенности свойств. Основные виды изделий и важнейшие требования к ним. Пути развития асбестоцементных изделий, их эффективность.

### **5.8. Органические вяжущие вещества и материалы на их основе**

Классификация органических вяжущих веществ. Битумы, их состав, структура, свойства. Дегти. Улучшение свойств битумов полимерами. Физико-химические основы получения строительных материалов на основе битумов.

Гидроизоляционные мастики и растворы. Клеящие мастики. Асфальтовые бетоны и растворы: состав, особенности структуры, свойства, технология и применение.

Кровельные материалы: пергафин, рубероид, толь, изол, стеклорубероид и другие. Способы получения, свойства, особенности применения.

### **5.9. Полимерные материалы**

Классификация полимерных материалов, применяемых в строительстве. Основные компоненты пластмасс: связующие, наполнители, специальные добавки. Физико-химические основы получения и переработки полимерных материалов в строительстве. Основные свойства полимеров, их особенности. Связь свойств с составом и структурой материала.

Основные виды полимерных материалов: отделочные, гидроизоляционные, теплоизоляционные, герметизирующие материалы, санитарно-технические изделия, трубы, фитинги, фурнитура, пленки, погонажные изделия, материалы для полов, полимербетоны. Технология полимербетонов. Композиционные полимерные материалы. Стеклопластики.

Сварка полимерных материалов. Синтетические клеи.

Старение полимерных материалов и меры по увеличению их срока службы. Токсикологические свойства. Повышение теплостойкости и огнестойкости.

Резино-технические изделия, применяемые в строительстве.

## **5.10. Теплоизоляционные и акустические материалы и изделия**

Структура и свойства теплоизоляционных материалов. Физико-химические и технологические основы получения высокопористых материалов с волокнистой, зернистой, ячеистой и комбинированной структурой. Органические теплоизоляционные материалы: основные виды, их свойства, особенности применения. Неорганические теплоизоляционные материалы: основные виды, технология, свойства, особенности применения. Пути улучшения свойств теплоизоляционных материалов. Высокотемпературостойкие материалы. Роль теплоизоляции в экономии топлива и энергоресурсов, снижение материалоемкости строительства.

Акустические материалы: особенности строения, физические основы работы. Звукопоглощающие материалы: особенности свойств и применения. Звукоизоляционные материалы: основные виды, их свойства и применение.

## **5.11. Лакокрасочные материалы**

Физико-химические основы получения лакокрасочных материалов. Основные компоненты: пигменты и связующие, их свойства. Красочные составы с неорганическими связующими и клеями из природного сырья. Олифы и масляные краски. Краски на основе полимеров. Лаки и эмалевые краски. Кремнийорганические лаки и краски.

Применение различных красочных составов в строительстве.

Пути улучшения качества и долговечности красочных покрытий.

## **5.12. Древесные материалы**

Основные древесные породы, применяемые в строительстве, особенности их строения и свойства. Пороки древесины. Зависимость свойств древесины от ее строения и влажности. Меры по защите от гниения и возгорания. Материалы, изделия и конструкции из древесины. Глубокая переработка древесины с целью полного использования лесоресурсов.

Материалы на основе древесины: фанера, древеснослоистые пластики, арболит и другие. Клееные изделия из древесины. Рациональные области применения древесных материалов в строительстве: пути улучшения их свойств.

## **Список рекомендованной литературы**

1. Рыбьев, Игорь Александрович Строительное материаловедение: Учеб. пособие для строит. спец. / Рыбьев, Игорь Александрович. - М.: Высш. шк., 2003. – 701 с.
2. Строительные материалы (Материаловедение. Строительные материалы): Учеб. для вузов, обуч. по строит. спец. / В.Г. Микульский, Г.И. Горчаков, В.В. Козлов и др.; Под ред. В.Г. Микульского. - М.: АСВ, 2004. – 530 с.
3. Попов, Л.Н. Строительные материалы, изделия и конструкции [Текст]: учеб. пособие для студ., обуч. по направлению 270100 "Стр-во" / Л.Н. Попов. - М.: ОАО "ЦПП", 2010. - 467 с.
4. Строительное материаловедение [Текст]: учеб. пособие для студ. строит. спец. вузов / под общ. ред. В.А. Невского. - изд. 3-е, доп. и перераб. - Ростов н/Д: Феникс, 2010. - 589 с. - (Высш. образование).
5. Строительные материалы: Учеб.-справ. пособие / Под ред. Г.А. Айрапетова, Г.В. Несветаева. - Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 608 с. - (Строительство).
6. Байер, Владимир Евгеньевич Строительные материалы: Учеб. для вузов / Байер, Владимир Евгеньевич. - М.: Архитектура-С, 2004. – 240 с. - (Реставрация).
7. Строительные материалы (Материаловедение. Строительные материалы): Учеб. для вузов, обуч. по строит. спец. / В.Г. Микульский, Г.И. Горчаков, В.В. Козлов и др.; Под ред. В.Г. Микульского. - М.: АСВ, 2004. – 530 с.

8. Строительные материалы: Учеб.-справ. пособие / Под ред. Г.В. Несветаева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ростов н/Д: Феникс, 2005. - 603 с. - (Строительство).
9. Попов, Л.Н. Строительные материалы, изделия и конструкции [Текст]: учеб. пособие для студ., обуч. по направлению 270100 "Стр-во" / Л.Н. Попов. - М.: ОАО "ЦПП", 2010. - 467 с.
10. Строительные материалы [Текст]: учеб.-справ. пособие / Г. А. Айрапетов и др.; под ред. Г.В. Несветаева. - изд. 4-е, перераб. и доп. - Ростов н/Д: Феникс, 2009. - 699 с. - (Стр-во).
11. Попов, Л.Н. Строительные материалы, изделия и конструкции [Текст]: учеб. пособие для студ., обуч. по направлению 270100 "Стр-во" / Л.Н. Попов. - М.: ОАО "ЦПП", 2010. - 467 с.
12. Горбунов, Герман Иванович Основы строительного материаловедения (состав, химические связи, структура и свойства строительных материалов): Учеб. пособие для студ. вузов / Горбунов, Герман Иванович. - М.: АСВ, 2002. - 167с.
13. Ржевская, Светлана Владимировна Материаловедение [Текст]: Учеб. для студентов вузов, обучающихся в обл.техники и технологии / Ржевская, Светлана Владимировна. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2006. - 421 с. - (Новая унив. б-ка).
14. Салахов, А.М. Керамика для строителей и архитекторов [Текст] / А. М. Салахов. - науч. изд. - Казань: Изд. дом "Парадигма", 2009. - 295 с. - (Архитектура, технология, синергетика).
15. Салахов, Альмир Максумович Керамика вокруг нас [Текст] / Салахов, Альмир Максумович, Салахова, Рената Альмировна. - М.: РИФ "Стройматериалы", 2008. - 160 с.
16. Моряков, Олег Сергеевич Материаловедение [Текст]: учеб. для сред. проф. образования / Моряков, Олег Сергеевич. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. - 240 с. - (Сред. проф. образование. Машиностроение).
17. Барабанщиков, Юрий Германович Строительные материалы и изделия [Текст]: учеб. / Барабанщиков, Юрий Германович. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. - 368 с. - (Среднее проф. образование. Стр-во и архитектура).
18. Солнцев, Юрий Порфирьевич Материаловедение [Текст]: учеб. для студ. сред. проф. образования / Солнцев, Юрий Порфирьевич, Вологжанина, Светлана Антониновна. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2009. - 494 с. - (Сред. проф. образование. Технолог. машины и оборуд.).
19. Материаловедение в строительстве [Текст]: учеб. пособие для студ., обуч. по спец. 270102 "ПГС" направления 270100 "Стр-во" / И. А. Рыбьев [и др.]; под ред. И.А. Рыбьева. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 528 с. - (Высш. проф. образование. Стр-во).
20. Волков, Георгий Михайлович Материаловедение [Текст]: учеб. для студ. вузов, обучающихся по машиностр. спец. / Волков, Георгий Михайлович, Зуев, Виктор Максимович. - 2-е изд., перераб. - М.: Академия, 2012. - 446 с. - (Высш. проф. образование. Техника и техн. науки; Бакалавриат).
21. Каменев, Сергей Николаевич Строительство автомобильных дорог и аэродромов [Текст]: учеб. пособие для студ. сред. спец. заведений / Каменев, Сергей Николаевич. - Волгоград: ИД "Ин-Фолио", 2010. - 382 с. - (Среднее проф. образование).
22. Герасимова, Лилия Петровна Контроль качества конструкционных материалов [Текст]: справ. / Герасимова, Лилия Петровна, Гук, Юрий Петрович. - М.: Интернет Инжиниринг, 2010. - 844 с.
23. Эшби, Михаэль Ф. Конструкционные материалы. Полный курс [Текст]: учеб. пособие / Эшби, Михаэль Ф., Джонс, Дэвид Р.Х.; пер. 3-его англ. изд. С.Л. Баженова. - Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2010. - 671 с.
24. Киреева, Юлия Иосифовна Современные строительные материалы и изделия [Текст] / Киреева, Юлия Иосифовна. - Ростов н/Д: Феникс, 2010. - 246 с. - (Справочник).
25. Основин, Виктор Николаевич Справочник современных строительных материалов и конструкций [Текст] / Основин, Виктор Николаевич, Шуляков, Леонид Васильевич, Основина, Лариса Григорьевна. - Ростов н/Д: Феникс, 2010. - 424 с. - (Стр-во и дизайн).

26. Баженов, Юрий Михайлович Технология бетона: Учеб. для студ. вузов, обуч. по строит. спец. / Баженов, Юрий Михайлович. - М.: АСВ, 2002. – 499 с.
27. Баженов, Юрий Михайлович Технология сухих строительных смесей: Учеб. пособие для студ., обуч. по строит. спец. / Баженов, Юрий Михайлович, В.Ф. Коровяков, Г.А. Денисов. - М.: Изд-во АСВ, 2003. – 95 с.
28. Баженов, Юрий Михайлович Технология бетона: Учеб. для студ. вузов, обуч. по строит. спец. / Баженов, Юрий Михайлович. - М.: АСВ, 2003. – 500 с.
29. Наназашвили, И.Х. Строительные материалы и изделия: Справ. пособие / И.Х. Наназашвили, И.Ф. Бунькин, В.И. Наназашвили. - М.: Аделант, 2005. – 480 с.
30. Худяков, Владислав Анатольевич Современные композиционные строительные материалы [Текст]: учеб. пособие для вузов по спец. "Пр-во строит. материалов, изделий и конструкций" направления подготовки "Стр-во" / Худяков, Владислав Анатольевич, А.П. Прошин, С.Н. Кислицына. - М.: Изд-во АСВ, 2006. – 141 с.
31. Киреева, Юлия Иосифовна Строительные материалы [Текст]: учеб. пособие для строит. спец. / Киреева, Юлия Иосифовна. - 2-е изд., стер. - Минск: Новое знание, 2006. – 399 с. - (Техн. образование).
32. Барабанщиков, Юрий Германович Строительные материалы и изделия [Текст]: учеб. / Барабанщиков, Юрий Германович. - М.: Академия, 2008. – 368 с. - (Среднее проф. образование. Стр-во и архитектура).
33. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст]: учеб. для студ. вузов / под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепяхина. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2011. - 447 с. - (Высш. проф. образование. Машиностроение).
34. Тихомирова, Татьяна Евгеньевна Отделочные материалы в строительстве [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. проф. образования, обуч. по направлению "Стр-во" / Тихомирова, Татьяна Евгеньевна. - М.: Академия, 2011. - 266 с. - (Высш. проф. образование. Стр-во).
35. Технология изоляционных строительных материалов и изделий [Текст]: в 2 ч.: учеб. пособие для студ., обуч. по направлению 270100 "Стр-во". Ч. 1.: Завадский, В.Ф. Стеновые материалы и изделия. - М.: Академия, 2012. - 188 с. - (Высш. проф. образование. Стр-во. БАКАЛАВРИАТ).
36. Технология изоляционных строительных материалов и изделий [Текст]: в 2 ч.: учеб. пособие для студ., обуч. по направлению 270100 "Стр-во". Ч. 2.: Игнатова, О.А. Тепло- и гидроизоляционные материалы и изделия. - М.: Академия, 2012. - 288 с. - (Высш. проф. образование. Стр-во. БАКАЛАВРИАТ).
37. Дворкин, Леонид Иосифович Строительные минеральные вяжущие материалы [Текст]: учебно-практ. пособие / Дворкин, Леонид Иосифович, Дворкин, Олег Леонидович. - М.: Инфра-Инженерия, 2011. - 541 с.
38. Белов В.В. Лабораторные определения свойств строительных материалов. – 2013.
39. Байер, Владимир Евгеньевич Материаловедение для архитекторов, реставраторов, дизайнеров: Учеб. пособие для студ вузов / Байер, Владимир Евгеньевич. - М.: Астрель; АСТ; Транзиткнига, 2005. – 250 с.
40. Шеина, Татьяна Викторовна Современные архитектурно-строительные материалы [Текст]: учеб. пособие. Ч.1. / Шеина, Татьяна Викторовна; СГАСУ. Каф. строит. материалов. - Самара: СГАСУ, 2006. – 332 с.
41. Байер, Владимир Евгеньевич Архитектурное материаловедение [Текст]: учеб. для вузов по направлению 630100 "Архитектура" / Байер, Владимир Евгеньевич. - М.: Архитектура-С, 2006. – 261 с. - (Спец. "Архитектура").
42. Шеина, Татьяна Викторовна Современные архитектурно-строительные материалы [Текст]: учеб. пособие. Ч.1. / Шеина, Татьяна Викторовна; СГАСУ. Каф. строит. материалов. - Самара, 2007. – 331 с.



43. Шеина, Татьяна Викторовна Современные архитектурно-строительные материалы [Текст]: учеб. пособие. Ч. II. / Шеина, Татьяна Викторовна; СГАСУ. Каф. строит. материалов. - Самара, 2007. – 342 с.
44. Шеина, Татьяна Викторовна Архитектурное материаловедение [Текст]: учеб. пособие. Ч. I. / Шеина, Татьяна Викторовна; СГАСУ. Каф. строит. материалов. - Самара, 2012.
45. Шеина, Татьяна Викторовна Архитектурное материаловедение [Текст]: учеб. пособие. Ч. II. / Шеина, Татьяна Викторовна; СГАСУ. Каф. строит. материалов. - Самара, 2013.
46. Современные отделочные и облицовочные материалы: Учеб.-справ. пособие / Е.И. Лысенко, Л.В. Котлярова, Г.А. Ткаченко и др.; Под общ. ред. А.Н. Юдина. - Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 448 с. - (Строительство).
47. Шеина, Татьяна Викторовна Дорожно-строительные материалы и изделия (разд. "Черные органические вяжущие"): Учеб. пособие / Шеина, Татьяна Викторовна; СамГАСА. Каф. рхит.-строит. конструкций и дизайна. - Самара, 2002. – 116 с.
48. Шеина, Т.В. Дорожно-строительные материалы и изделия (разд. "Композиты на основе органических вяжущих"): Учеб. пособие / Т.В.Шеина; СамГАСА. - Самара: СамГАСА, 2003. – 249 с.
49. Шеина, Т.В. Дорожно-строительные материалы и изделия (раздел "Цемент- и грунтобетоны"): Учеб. пособие / Т.В. Шеина; СГАСУ. Каф. строит. материалов. - Самара: СГАСУ, 2004. – 203 с.
50. Абдулханова М.Ю. Материалы, технологии и автоматизация технологических процессов приготовления полуфабрикатов и изделий дорожного строительства. – 2011.
51. Сулименко, Лев Михайлович Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе [Текст]: Учеб. для строит. и химико-технол. спец. вузов / Сулименко, Лев Михайлович. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2005. – 336 с.
52. Сулименко, Лев Михайлович Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе [Текст]: Учеб. для строит. и химико-технол. спец. вузов / Сулименко, Лев Михайлович. - 4-е изд., перераб.и доп. - М.: Высш. шк., 2005. – 336 с.
53. Белов, Владимир Владимирович Лабораторные определения свойств строительных материалов: Учеб. пособие для студ.вузов по спец. "Стр-во" / Белов, Владимир Владимирович, В.Б. Петропавловская, Ю.Б. Шлапаков. - М.: АСВ, 2004. – 175 с.
54. Шентяпин А.А., Хлыстов А.И., Безгина Л.Н. Лабораторный практикум по курсам: «Материаловедение», «Строительные материалы», «Региональное применение строительных материалов» / Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. - Самара, 2009. – 181 с.
55. Хлыстов А.И. Жаростойкие бетоны на основе отходов промышленности Самарской области: монография / А.И. Хлыстов. – Самара: АСИ СамГТУ, 2017. – 171 с.

## **РАЗДЕЛ 6. ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО**

### **6.1. Основные этапы развития гидроэнергетики. Схемы Создания напора. Водохранилища**

Этапы развития гидромашиностроения. Основные этапы и проблемы гидроэнергетического строительства в России. Основные схемы создания напора, элементы водопроводящего тракта ГЭС.

Водоохранилища. Основные типы и параметры, виды наполнения. Расчет глубины сработки водохранилища.

### **6.2. Регулирование речного стока. Обоснование мощности**

Основные виды регулирования речного стока. Интегральная кривая стока, ее свойства. Расчеты многолетнего регулирования стока. Расчет годичного регулирования стока. Энергетическая система, ее основные элементы. Резервы энергетической системы. Работа ГЭС

в энергосистеме. Суточное регулирование. Анализирующая кривая суточного графика нагрузки. Расчеты суточного регулирования. Недельное регулирование.

Основные энергетические показатели гидроэнергетических установок (ГЭУ). Экономические показатели ГЭС. Экономическое обоснование установленной мощности ГЭС.

### **6.3. Турбинное оборудование ГЭУ**

Принципиальная схема гидромашин. Классификация гидротурбин, их области применения. Основные элементы гидротурбин. Напор, мощность и энергия водотока, турбины, агрегата, ГЭС. Потери энергии. Основы подобия гидротурбин, приведенные параметры. Порядок подбора гидротурбин. Расчет зоны работы турбины. Расчет основных параметров гидротурбин.

### **6.4. Турбинные камеры и другие элементы проточной части гидравлических турбин**

Общие сведения о турбинных камерах. Унификация спиральных камер. Статор турбины. Направляющий аппарат. Гидромеханический расчет спиральных камер. Камера рабочего колеса.

### **6.5. Отсасывающие трубы**

Назначение отсасывающих труб, их гидравлические и энергетические качества. Типы отсасывающих труб и их размеры. Унификация отсасывающих труб. Энергетическое обоснование основных параметров отсасывающих труб.

### **6.6. Кавитация и кавитационная эрозия**

Условия возникновения кавитации и природа кавитационной эрозии. Коэффициент кавитации, допустимая высота отсасывания гидротурбины. Оборудование и методика определения коэффициента кавитации. Кавитационные характеристики турбин. Кавитация в поворотно-лопастных, радиально-осевых и ковшовых гидротурбинах. Основные факторы, влияющие на интенсивность кавитационной эрозии. Меры борьбы с кавитацией. Международные рекомендации по оценке кавитационных разрушений гидротурбин и насосотурбин. Определение отметки рабочего колеса турбины.

### **6.7. Номенклатура крупных гидротурбин**

Общие сведения. Номенклатура вертикальных и поворотно-лопастных осевых и радиально-осевых гидротурбин. Номенклатура капсульных, диагональных и ковшовых гидротурбин. Стандартизация и унификация гидротурбинного оборудования. Масса гидротурбин.

### **6.8. Характеристики гидротурбин**

Международные рекомендации по модельным приемо-сдаточным испытаниям гидравлических турбин. Типовые универсальные характеристики гидротурбин. Методы пересчета универсальных характеристик. Построение рабочих и эксплуатационных характеристик.

### **6.9. Конструкции гидротурбин**

Вертикальные радиально-осевые, поворотно-лопастные и диагональные турбины. Горизонтальные капсульные гидроагрегаты с осевыми поворотно-лопастными гидротурбинами. Вертикальные ковшовые турбины.

## **6.10. Система автоматического управления гидромашинами**

Регуляторы частоты вращения гидротурбин. Классификация регуляторов частоты вращения гидротурбин. Электрогидравлические регуляторы (ЭГР). Электрическая часть ЭГР.

Гидромеханическая часть ЭГР. Последовательность действия механизмов регулятора в переходных режимах. Системы регулирования ковшовых гидротурбин. Регуляторы для насосотурбин. Системы управления направляющим аппаратом с индивидуальными сервомоторами. Система управления аварийной остановкой гидротурбины.

## **6.11. Маслонапорные установки**

Назначение, типоразмеры и работа маслонапорных установок (МНУ). Основные узлы МНУ. Выбор типоразмера маслонапорной установки. Маслоохладительная установка. Система автоматического управления маслонапорной установкой. Электропанель автоматики. Пусковые устройства электродвигателей. Датчики давления масла в гидроаккумуляторе. Датчики уровня.

## **6.12. Гидромеханические переходные процессы гидроагрегатов. Гарантии регулирования**

Основные положения. Уравнения гидравлического удара. Уравнение гидроагрегата. Уравнения движения регулирующих органов.

Особенности переходных процессов гидроагрегатов с турбинами различных систем. Расчет переходных процессов гидроагрегатов с холостыми выпусками. Программное закрытие регулирующих органов. Последовательность расчета переходного процесса. Использование ЭВМ для расчета гарантий регулирования.

## **6.13. Гидрогенераторы**

Основные технические параметры гидрогенераторов. Электромагнитные и энергетические характеристики. Механические характеристики. Режимы работы. Работа гидрогенераторов в режиме синхронного компенсатора. Конструкции гидрогенераторов подвесного и зонтчного типов, область их применения. Конструкции современных гидрогенераторов. Подпятники и направляющие подшипники. Системы охлаждения. Определение основных размеров гидрогенераторов. Расчет расхода охлаждающей воды и определение размеров воздухоохладителей. Автоматизация гидрогенераторов. Конструкции крупных гидрогенераторов. Регуляторы возбуждения гидрогенераторов. Генераторы капсульных гидроагрегатов. Системы возбуждения гидрогенераторов.

## **6.14. Трансформаторы**

Трансформаторы ГЭС. Назначение, основные параметры, определение основных размеров. Определение габаритов трансформаторной эстакады. Расположение трансформаторов.

## **6.15. Расчет гидроагрегатов ГЭС**

Выбор параметров и компоновка гидроагрегата. Выбор расчетного напора турбины и мощности генератора. Основные положения выбора гидротурбин. Примеры определения параметров гидроагрегата. Коэффициент полезного действия и характеристики гидроагрегата и гидроагрегатного блока. Компоновка вертикальных гидроагрегатов с реактивной турбиной. Схемы компоновки горизонтальных гидроагрегатов. Особенности компоновки гидроагрегатов с ковшовыми турбинами.

## **6.16. Механическое оборудования ГЭС**

Сороудерживающие решетки водоприемников ГЭС. Расположение, способ установки и условия работы сороудерживающих решеток. Конструкция сороудерживающих решеток. Расчет потерь напора на сороудерживающих решетках. Сороочистные устройства.

## **6.17. Затворы водоприемников ГЭС**

Классификация затворов, их расположение и условия работы. Конструкция затворов водоприемников. Механизмы для обслуживания водоприемников. Конструкция ремонтных затворов отсасывающих труб и механизмы для их обслуживания. Определение массы плоских затворов и усилий при маневрировании затворами.

## **6.18. Предтурбинные затворы**

Назначение и типы затворов. Конструкции дисковых затворов. Конструкции шаровых затворов. Установка затворов на турбинном водоводе. Компенсаторы, воздушные клапаны, байпасы. Схема управления затворами. Потери напора в затворах и выбор мощности привода затвора (объема сервомотора). Кольцевой турбинный затвор.

## **6.19. Крановое оборудование машинного зала ГЭС**

Общие сведения о мостовых и козловых электрических кранах. Подъемные средства малой механизации.

## **6.20. Вспомогательное оборудование**

Масляное хозяйство и трансформаторная мастерская. Пневматическое хозяйство. Схемы, оборудование и компоновки компрессорных установок. Техническое водоснабжение. Потребители охлаждающей воды. Оборудования для технического водоснабжения. Системы осушения проточной части гидротурбин.

## **6.21. Русловые здания гидроэлектростанций**

Типы зданий ГЭС. Особенности русловых зданий станций несомещенного типа. Основные части зданий станций. Агрегатная часть здания. Конструкция и размеры наагрегатной части здания станции. Крановое оборудование машинного зала. Здания станций совмещенного типа. Здания станций с горизонтальными агрегатами. Подъездные пути к зданию ГЭС. Разрезка здания температурно-осадочными швами. Проектирование гидроагрегатного блока. Определение габаритов машинного зала ГЭС. Особенности водоприемников русловых зданий ГЭС.

## **6.22. Приплотинные здания и здания деривационных ГЭС**

Особенности приплотинных зданий станций. Здания деривационных станций. Особенности подземных зданий ГЭС. Расположение основного гидросилового и механического оборудования подземных зданий ГЭС. Размещение главных повышающих трансформаторов подземных зданий ГЭС.

## **6.23. Специальные типы зданий ГЭС**

Специальные типы зданий ГЭС. Полуподземные станции. Открытые и полуоткрытые здания ГЭС. Совмещенные ГЭС. Здания ГАЭС. Здания с трехмашинными агрегатами. Здания ГАЭС с двухмашинными агрегатами. Здания приливных гидроэлектростанций. Их особенности, конструкции.

#### **6.24. Оборудование и компоновки малых ГЭС**

Классификация малых ГЭС и требования к их оборудованию. Типизация гидротурбинного оборудования для малых ГЭС, область применения, конструктивные особенности. Гидрогенераторы, система регулирования и автоматизация работы. Типы зданий ГЭС малой мощности. Конструкция русловых зданий малых ГЭС. Конструкция приплотинных и деривационных зданий малых ГЭС.

#### **6.25. Расчеты устойчивости и общей прочности зданий ГЭС**

Основные предпосылки к расчетам устойчивости и прочности зданий станций. Расчет устойчивости секций зданий станций. Напряжения по подошве здания станции. Расчет общей прочности здания станции. Расчет прочности фундаментной плиты здания ГЭС. Расчет прочности водоприемников русловых зданий ГЭС. Методы расчета прочности бетонной турбинной камеры и диффузора отсасывающей трубы. Понятие о динамических воздействиях на здание станции.

#### **6.27. Водоприемники гидроэлектростанций**

Назначение водоприемников и их типы. Конструкции напорных водоприемников. Выбор очертаний и расчеты напорных водоприемников. Особенности условий работы безнапорных водоприемников. Типы и конструкции безнапорных водоприемников.

#### **6.28. Отстойники ГЭС**

Назначение и принципы работы отстойников. Типы отстойников и их конструкции. Определение основных размеров отстойника.

#### **6.29. Деривационные водоводы ГЭС**

Типы деривационных водоводов. Гидравлические расчеты деривационных водоводов. Деривационные каналы. Деривационные туннели. Напорные деривационные трубопроводы. Техничко-экономические расчеты деривационных водоводов.

#### **6.30. Напорные бассейны ГЭС**

Назначение и состав сооружений напорных бассейнов. Водоприемные устройства и аванкамеры бассейнов. Бассейны суточного регулирования ГЭС и верховые бассейны ГАЭС.

#### **6.31. Напорные стационарные водоводы**

Схемы расположения и типы стационарных водоводов. Конструкции стальных трубопроводов. Нагрузки и воздействия на оболочку трубопровода. Опоры свободно лежащих стальных трубопроводов.

#### **6.32. Уравнительные резервуары**

Назначение, условия применения и типы уравнительных резервуаров. Дифференциальные уравнения движения воды в напорной системе с уравнительным резервуаром. Условия устойчивости работы напорных систем с уравнительными резервуарами. Расчет колебаний уровня в уравнительных резервуарах аналитическим методом. Расчет колебаний уровня в уравнительных резервуарах графическим методом. Уравнительные резервуары на отводящей деривации. Уравнительные резервуары в напорных системах ГАЭС. Техничко-экономический расчет резервуара и выбор его типа.

### **6.33. Проблемы экологии при гидроэнергетическом строительстве и эксплуатации ГЭС**

Воздействие гидроэнергетических установок на природную среду в строительный период. Характерные воздействия на стадии эксплуатации. Учет экологических последствий гидроэнергетического строительства при составлении проектов. Оценка воздействий гидроэнергетики на природную среду. Выбор природоохранных мероприятий. Мероприятия по защите прилегающих земель от затопления и подтопления. Водоотведение и обвалования земель. Изменение климата в зоне создания водохранилища. Формирование качества воды в водохранилищах. Определение эффективности затрат на природоохранные мероприятия.

#### **Список рекомендованной литературы**

##### **Основная литература:**

1. Гидроэлектростанции малой мощности (под ред. В.В. Елистратова). С-Пб.: Издательство Политехнического университета, 2004 г. -412 с.
2. Семенов А.Н. Гидроэнергетическое строительство в России и за рубежом. М: Энергоатомиздат, 2005 г. - 288 с.
3. Порты и портовые сооружения (под ред. Г.Н. Смирнова). Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2003 г. - 464 с.
4. Романов А.А. Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидротехнических сооружений. Книга I. Самара: Агни, 2010 г. - 360 с.
5. Романов А. А. Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидромеханического оборудования. Книга II. Самара: Агни, 2011 г. - 424 с.
6. Романов А. А. Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидроэнергетического оборудования. Книга III. Самара: НП «Гидроэнергетика России», 2012 г. - 420 с.
7. Романов А. А. Жигулевская ГЭС. Эксплуатация средств релейной защиты и автоматизированного управления. Книга IV. Самара: НП «Гидроэнергетика России», 2013 г. - 448 с.
8. Нестеров М.В. Гидротехнические сооружения. М.: Новое знание, 2006 г.-616 с.

##### **Дополнительная литература:**

1. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений: Справочное пособие, М., Энергия, 1988 г. - 624с.
2. Гидротехнические сооружения (под ред. Л.Н. Рассказова), Высшая школа, ч.1 и II, 1994г.
3. Гидротехнические сооружения (под ред. Н.П. Розанова), Агропромиздат, 1985 г.
4. Недрига В.П. (ред.). Гидротехнические сооружения. Справочник. М., Стройиздат, 1983г.
5. Моисеев С.Н., Моисеев И.С. Каменно-земляные плотины, М., Энергия, 1977г.
6. Гришин М.М. и др. Бетонные плотины (на скальных основаниях), М., Стройиздат, 1975г.
7. Проектирование речных гидроузлов на не скальных основаниях (под ред. М.М. Гришина и А.В. Михайлова), Энергия, 1967г.
8. Лихачев В.П., Лузан СВ., Михайлов А.В. и др. Методы расчета устойчивости и прочности гидротехнических сооружений., Стройиздат, 1966г.
9. Михайлов А.В. Внутренние водные пути. Стройиздат, 1973г.
10. Под ред. Проф. Смирнова Г.Н. Порты и портовые сооружения, Стройиздат, 1979г.
11. Производство гидротехнических работ. Под ред. А.И. Чуракова, М., Стройиздат, 1985г.
12. Организация и планирование гидротехнического строительства. Под ред. В.С. Эристова, М., Стройиздат, 1977г.

13. Подземные гидротехнические сооружения. Под ред. В.М. Мосткова., М., Высшая школа, 1986г.
14. Слисский С.М. Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений, М., Энергия, 1979г.
15. Непорожний П.С. (ред.) Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов СССР, М., 1982 г.
16. Бальзанников М.И., Евдокимов С.В. Анализ эффективности объекта с использованием ЭВМ. Методические указания. Самара: СамГАСА. 2000. 32 с.
17. Бальзанников М.И., Евдокимов С.В., Орлова А.А. Сооружения деривационной ГЭС (выбор основных параметров и их расчет) (учебное пособие для вузов). Издательский дом МЭИ, Москва, 2007.
18. Дормидонтова Т.В., Евдокимов С.В. Комплексное применение методов оценки надежности и мониторинга строительных конструкций и сооружений. Самара: СГАСУ. 2012. 128 с.
19. Бальзанников М.И., Евдокимов С.В., Селиверстов В.А., Орлова А.А. Регулирование речного стока и расчет установленной мощности ГЭС. Учебное пособие. Самара: СГАСУ. 2014. – 56 с.