

## 2.1.1 «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ»

### Введение

Вступительный экзамен для поступающих в аспирантуру по специальности 2.1.1 «Строительные конструкции, здания и сооружения» проводится по направлениям подготовки. В университете подготовка аспирантов по специальности 2.1.1 ведется по трём направлениям, соответствующим паспорту специальности:

1. Железобетонные и каменные конструкции;
2. Основы архитектурного проектирования зданий. Строительная физика;
3. Металлические и деревянные конструкции.

По направлению подготовки «Железобетонные и каменные конструкции» рассматриваются следующие основные разделы:

Определение курса, его цели и задачи. 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. Особенность железобетона - образование трещин на стадии эксплуатации от растягивающих напряжений. Обычный и предварительно напряженный железобетон. Основные свойства железобетона. Способы изготовления и возведения железобетонных конструкций. Области применения железобетона и перспективы развития.

По направлению «Основы архитектурного проектирования зданий. Строительная физика» рассматриваются разделы:

Основы архитектурного проектирования гражданских зданий. Планировочные схемы зданий. Конструктивные системы зданий. Функциональные вопросы проектирования. Части зданий. Вопросы климатологии. Основы строительной теплотехники. Основы акустики помещений. Основы теории распространения звуковых волн в строительных конструкциях. Теория звукоизоляции. Основы градостроительной акустики. Основы архитектурно-строительной светотехники.

По направлению «Металлические и деревянные конструкции» рассматриваются разделы:

Физико-механические свойства конструкционных сталей, древесины и пластических масс. Статические и динамические нагрузки на конструктивные элементы зданий и сооружений. Основы расчета конструктивных элементов каркасных зданий. Обеспечение пространственной жесткости промышленных и гражданских зданий. Расчет и проектирование специальных сооружений. Расчет и проектирование пространственных систем. Учет влияния длительных нагрузок на поведение конструкционных материалов и строительных конструкций.

### 1. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И КАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

#### 1.1. СОПРОТИВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА И ЭЛЕМЕНТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1.1.1. Основные физико-механические свойства бетона, стальной арматуры и железобетона

1.1.1.1. 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, призменная прочность, 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 загружение кратковременной нагрузкой, влияние скорости нагружения. Нелинейная связь между напряжениями и деформации. Упругие и пластические деформации.

Модули деформации бетона: начальный модуль упругости, модуль полных деформаций, модуль упруго-пластичности бетона, связь между ними. Коэффициенты упругих и пластических деформаций. Предельные сжимаемость и растяжимость бетона. Коэффициент поперечных деформаций и модуль сдвига бетона.

Деформации при длительном загружении. 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.

#### 1.1.1.2. Арматура для конструкций 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. Модули 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 условия эксплуатации железобетонных конструкций.

Арматурные сварные изделия - каркасы, 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.

#### 1.1.1.3. 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 возникновение начальных растягивающих напряжений в бетоне. Усадочные трещины.

Ползучесть железобетона и перераспределение напряжений в арматуре и бетоне 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.

Коррозия железобетона и меры защиты от нее. Армополимербетон. Особенности заводского изготовления железобетонных конструкций и основные технологические схемы: поточно-агрегатная, стендовая, конвейерная.

1.1.2. Экспериментальные основы теории сопротивления железобетона и методы расчета железобетонных конструкций

1.1.2.1. Экспериментальные данные о работе железобетона под нагрузкой

Значения экспериментальных исследований в развитии теории сопротивления железобетона. Три стадии напряженно-деформированного нормальных сечений железобетонных элементов и характер их разрушения при изгибе, при внецентрном сжатии и в нецентральном растяжении. Влияние предварительного напряжения. Процесс образования и раскрытия нормальных 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 конструкций. Сущность расчета по двум группам предельных состояний: несущей способности (прочности, устойчивости, выносливости) и пригодности к нормальной эксплуатации (трещиностойкости и деформации).

Основные нормативные документы, используемые при расчёте 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.

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.

1.1.2.2. 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.

### 1.1.3. 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 элемента нормального сечения.

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.

Вывод расчетных формул 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 её в части пролета.

Сведения о конструкции сборных 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.

### 1.1.4. 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 эксцентрикитетом. Основные допущения, принимаемые при расчете. Алгоритм расчета.

Расчет прочности внецентренно сжатых элементов при расчетных эксцентрикитетах. Расчетные и случайные эксцентрикитеты. Расчет элементов любого симметричного профиля, сжатых в плоскости симметрии. Два расчетных случая: случай 1 (случай больших эксцентрикитетов сжимающей силы, разрушение вследствие текучести растянутой арматуры) и случай 2 (случай малых эксцентрикитетов сжимающей силы, разрушение по сжатому бетону). Расчетные формулы и условия, определяющие расчетные случаи. Учет дополнительного прогиба и длительно действующей части нагрузки.

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

Сжатые элементы, усиленные косвенным армированием. Сущность косвенного армирования. Косвенное армирование сетками, кольцами и спиралью. Приведенное сопротивление бетона с косвенным армированием. Формулы 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.

#### 1.1.5. 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 силы вне расстояния между арматурой (возникновение сжатой зоны). Расчетные формулы для элементов симметричного сечения произвольной формы. Частный случай внецентренно растянутых элементов прямоугольного профиля.

#### 1.1.6. Трешиностойкость и перемещение железобетонных элементов

Расчет трешиностойкости железобетонных элементов. Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси элемента, центрально растянутых, изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых элементов, предварительно напряженные 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 загруженных элементов на участках без трещин и с трещинами. Учет влияния предварительного напряжения и длительности действия нагрузки. Определение про-

гибов элемента по кривизне. Расчет осредненной жесткости элементов с учетом трещин в растянутых зонах. Учет влияния деформаций сдвига.

## 1.2. 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 и внецентренно-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.

## 1.3. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

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

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

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

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.

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.

Сведения о расчете прочности стальных закладных деталей и бетонных шпонок в стыках сборных 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 перекрытия с плитами, опретыми по контуру, особенности расчета по методу предельного равновесия плит.

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

Монолитные безбалочные перекрытия.

Плоские безбалочные перекрытия из сборных железобетонные 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 при предельном равновесии статически неопределенной балки. 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.

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.

#### 1.4. КОНСТРУКЦИИ ОДНОЭТАЖНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И 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. Беспрогонные 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. Колонны. Типы поперечных сечений колонн: сплошные, двухветвевые, квадратные, прямоугольные, круглые. Расчет и проектирование консолей колонны.

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

Железобетонные сборные и монолитные рамы сельскохозяйственных и промышленных зданий. Особенности расчета и конструирования. Ухты.

## 1.5. 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.

## 1.6. ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННО-ГРАЖДАНСКИХ КОМПЛЕКСОВ

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

## 1.7. 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. Расчет на сейсмические воздействия. 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.

Реконструкция зданий и сооружений. Виды реконструкции, основные приемы усиления элементов. Особенности расчета и производства работ.

## 2. ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ. СТРОИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

### 2.1. Основы архитектурного проектирования зданий

Классификация зданий и сооружений. Гражданские и промышленные здания. Основы типизации и унификации. Единая модульная система в строительстве.

Планировочные схемы и конструктивные системы гражданских зданий. Бескаркасная, каркасная, объемно-блочная, оболочковая, ствольная конструктивные системы.

Пространство для жизнедеятельности людей, понятия антропометрики, проксемики эргономики. Планировочные нормали.

Типы жилых зданий, общие требования к ним.

Основные объемно-планировочные решения малоэтажных и многоэтажных жилых домов.

Типология общественных зданий.

Функциональные процессы в общественных зданиях. Функциональные схемы общественных зданий.

Типы помещений в общественных зданиях, требования к ним.

Конструктивные системы и конструктивные схемы гражданских зданий.

Конструктивные схемы каркасов гражданских зданий.

Естественные и искусственные основания зданий.

Основные типы фундаментов;

Типы стен, требования к стенам.

Типы перекрытий и полов.

Типы покрытий.

Окна, двери витражи, типы и требования к ним.

Лестницы и пандусы, варианты их решения и основные конструктивные элементы.

Инженерные системы гражданских зданий, общая характеристика.

## Часть 2. Строительная физика

Климатология, климатологическое районирование территорий России. Нормируемые параметры микроклимата в гражданских зданиях. Теплопередача через ограждающие конструкции, определение термического сопротивления однородных и неоднородных конструкций.

Распределение температуры в ограждающих конструкциях, температурные поля. Приведенное сопротивление теплопередаче.

Теплоустойчивость ограждающих конструкций. Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций. Сопротивление паропроницанию ограждающих конструкций, регулирование влагосодержания.

Нормирование и организация воздухообмена в помещениях гражданских зданий. Энергоэффективность зданий. Классы энергоэффективности. Понятие инсоляции и принципы определения времени инсоляции помещений. Нормирование и принципы расчета естественного освещения. Основные принципы организации искусственного освещения. Основные параметры качества акустики помещений. Геометрический и статистический расчеты акустики залов.

Звукопоглощение, звукопоглощающие материалы. Время реверберации в помещениях. Расчет времени стандартной реверберации.

Звуковые волны в воздухе и конструкциях, их основные параметры.

Волновая теория акустики. Моды (формы) колебаний, модальный анализ.

Распространение изгибных, продольных и сдвиговых волн в строительных конструкциях и через их стыки.

Статистическая теория акустики. Метод статистического энергетического анализа.

Типы шумов в гражданских зданиях и меры борьбы с ними.

Звукоизоляция однослойной ограждающей конструкции. Теория и инженерный<sup>3</sup> метод расчета звукоизоляции.

Звукоизоляция многослойных конструкций.

Изоляция ударного шума, конструкции плавающих полов. Методы расчета изоляции ударного шума.

Структурный шум. Инженерный метод расчета распространения структурного шума. Способы защиты от структурного шума.

Виброизоляция. Источники звуковой вибрации. Виброизоляторы, методы их расчета.

Основы градостроительной акустики. Источники шума в городах. Определение их шумовых характеристик. Карты шума городов.

Шумозащитные мероприятия. Планировочные меры борьбы с шумом. Снижение шума зелеными насаждениями и экранами. Расчет снижения шума экранирующими сооружениями.

Шумозащитные и шумозащищенные здания. Планировка шумозащитных зданий, их наружные ограждающие конструкции.

Звукоизоляция окон. Теория звукоизоляции тонких многослойных конструкций. Инженерная методика расчета одно-, двух-, трехслойных светопрозрачных конструкций.

Шумозащитные окна с воздухообменными клапанами. Типы шумозащитных воздухообменных элементов, принципы их конструирования.

### Направление подготовки 3.

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

### 3.1. Металлические конструкции

Стали для сварных строительных металлических конструкций. Требования к свойствам строительных сталей. Классификация сталей. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Низколегированные стали повышенной прочности. Высокопрочные стали. Атмосферостойкие стали. Сортаменты профилей, листового проката, труб и стальных канатов. Соединения стальных элементов. Сварные соединения. Болтовые соединения. Основные принципы расчета элементов металлических конструкций. Расчет стержневых элементов на центральное растяжение, центральное сжатие, сжатие с изгибом. изгиб. Расчет стальных элементов конструкций на устойчивость. Циклическая прочность стальных конструкций. Расчет стальных конструкций на динамические воздействия. Обзор динамических нагрузок на конструкции. Эксплуатационные нагрузки. Ветровые нагрузки. Сейсмические нагрузки. Импульсные воздействия при взрывах. Механические характеристики металлических материалов при динамических воздействиях. Экспериментальные методы определения динамических характеристик материалов. Балки и балочные конструкции. Колонны и элементы стержневых конструкций. Фермы. Технологические площадки. Общая характеристика зданий. Каркасы одноэтажных производственных зданий. Каркасы многоэтажных зданий. Обеспечение пространственной жесткости металлических каркасов. Легкие металлические конструкции одноэтажных зданий. Стальные конструкции покрытий больших пролетов, их характеристика и особенности расчета. Балочные покрытия. Рамные покрытия. Арочные покрытия. Пространственные стержневые покрытия. Конструкции покрытия висячего типа. Тонкостенные пространственные конструкции. Высотные металлические сооружения. Защита металлических конструкций от коррозии. Классификация агрессивных сред и коррозионная стойкость материалов. Требования к конструктивной форме для зданий и сооружений в агрессивных средах. Долговечность и износ металлических конструкций. Реконструкция стальных каркасов зданий. Усиление металлических конструкций.

### 3.2. Конструкции из дерева и пластмасс

Древесина как конструкционный материал. Лесные ресурсы России. Сортамент лесоматериалов. Структура древесины. Физико-механические свойства древесины. Влияние различных факторов на прочность древесины. Принципы расчета деревянных конструкций по предельным состояниям. Требования к качеству лесоматериалов в зави-

симости от характера работы элементов деревянных конструкций. Физико-механические свойства строительной фанеры. Элементы деревянных конструкций цельного сечения. Расчет элементов деревянных конструкций на центральное растяжение, сжатие и продольный изгиб. Поперечный изгиб деревянных элементов. Скалывание при изгибе. Косой изгиб. Настилы и балки. Сопряжения элементов деревянных конструкций. Классификация и область применения различных видов сопряжений элементов деревянных конструкций. «Принцип дробности» в сопряжениях. Сопряжения на врубках, шпонках, нагелях. Особенности работы нагельных соединений. Сопряжения на растянутых связях. Болты, тяжи, хомуты, накладки, работающие на растяжение, их расчет. Гвозди и винты, работающие на выдергивание. Сопряжения на клею. Сплошные плоские деревянные конструкции. Расчет на поперечный изгиб, сжатие с продольным изгибом и сложное напряженное состояние. Распорные сплошные конструкции, их расчет. Сквозные плоские деревянные конструкции. Расчет, конструирование, особенности изготовления и монтажа. Сборные крупнопанельные фермы покрытия. Арочные сквозные конструкции. Расчет, конструирование, особенности изготовления и монтажа. Решетчатые стойки. Расчет, конструирование, особенности изготовления и монтажа. Пространственное крепление плоских сквозных деревянных конструкций в покрытиях. Обеспечение пространственной неизменяемости и устойчивости пространственных сооружений из древесины. Пространственные деревянные конструкции в покрытиях. Структурные конструкции. Кружально-сетчатые своды. Купола-оболочки.

Цилиндрические, эллиптические и гиперболические оболочки. Расчет, конструирование особенности изготовления и монтажа. Деревянные конструкции специального назначения. Деревянные мачты, башни, башни-оболочки. Расчет, конструирование, особенности изготовления и монтажа. Пластмассы как конструкционный материал. Физико-механические свойства пластмасс. Конструкционные стеклопластики и теплоизоляционные пенопласти. Соединения пластмассовых элементов. Конструкции из пластмасс. Расчет, конструирование, особенности изготовления и монтажа. Пространственные пневматические конструкции - воздухоопорные и воздухонесомые (пневмокаркасные). Расчет, конструирование, особенности изготовления и монтажа. Основы эксплуатации деревянных конструкций и сооружений. Способы усиления и восстановления деревянных конструкций. Защита деревянных конструкций от влияния внешней среды. Долговечность и износ деревянных конструкций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Направление подготовки 1. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И КАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ Основная литература

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. Для вузов. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
2. Бондаренко В.М. Бакиров Р.О. Назаренко В.Г. Железобетонные и каменные конструкции. – М.: Высшая школа, 2004. – 880 с.
3. Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р., Пахмурин О.Р., Самсонов В.С. Железобетонные и каменные конструкции. Под ред. О.Г. Кумпяка. Учебник. – М.: Издательство АСВ. 2014. – 672с.
4. Тамразян А.Г. Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс: учебное пособие. 2-е издание, с изменениями и дополнениями. – М.: Издательство МИСИ – МГСУ, 2017. – 733 с.
5. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). – М.: ЦНИИПромзданий, 2005. – 214с.
6. Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона (к СП 52-102-2003). – М.: ЦНИИПромзданий. 2005. – 158 с.
7. СП 15.13330.2020 Каменные и армокаменные конструкции. – Минстрой России, 2020. – 129 с.
8. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* / Минстрой России – М.: ОАО «ЦПП», 2016. – 80 с.
9. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. 54 с.
10. СП 52-102-2004 Предварительно напряженные железобетонные конструкции. – М.: ФГУП ЦПП. 2005. – 36 с.
11. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализация редакция СНиП 52-01-2003 / Минрегион России – М.: ОАО «ЦПП», 2018. – 155 с.

### Дополнительная литература

1. Бедов А.И., Щепетьева Т.А. Проектирование каменных и армокаменных конструкций. М., Издательство АСВ. 2002 – 176 с.
2. Болдышев А.М., Плевков В.С. Прочность нормальных сечений железобетонных элементов. Томск: Изд-во Том. Межотраслевого ЦНТИ, 1989 г., 236 с.
3. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций. М., «Высшая школа», 2006. – 504 с.
4. Боровских А.В. Расчеты железобетонных конструкций по предельному равновесию. М. ИАСВ.. 2002 – 320 с.
5. Горшков В.К. Защита строительных конструкций от коррозии. Иваново: изд-во химико-технологического университета, 2003.
6. Заикин А.И. Железобетонные конструкции одноэтажных промышленных зданий (примеры расчета). – М.: Изд-во АСВ. 2002 – 272 с.
7. Заикин А.И. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажных промышленных зданий (примеры расчета). – М.: Изд-во АСВ.,2002г. – 200 с.
8. Колмагоров А.Г., Плевков В.С. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам. – М.: Издательство АСВ. 2011. – 496 с.
9. Маилян Р.Л. Строительные конструкции. – Ростов на Дону: Феникс., 2004 – 875с.
10. Мальганов А.И., Плевков В.С. Восстановление и усиление ограждающих строительных конструкций зданий сооружений. Рекомендовано Министерством общего и профессионального образования РФ в качестве учебного пособия для студентов, обу-

- чающихся по всем строительным специальностям – Томск: «Печатная мануфактура». 2002. – 392 с.
11. Мальганов А.И., Плевков В.С. Восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений. – Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ. 1996. – 532 с.
  12. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1992. – 456 с.
  13. Михайлов В.В. Предварительно напряжённые комбинированные и вантовые конструкции. – М.: Издательство АСВ – 2003 г.
  14. Плевков В.С., Мальганов А.И., Балдин И.В. Лабораторные работы по курсу «Железобетонные и каменные конструкции». Под ред. В.С. Плевкова. Рекомендовано УМО вузов РФ в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по всем строительным специальностям – М.: Издательство АСВ. 2010. – 189 с.
  15. Плевков В.С., Мальганов А.И., Балдин И.В. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений. Пособие под ред. В.С. Плевкова – М.: Издательство АСВ, 2011. – 318 с.
  16. Плевков В. С., Тамразян А. Г., Кудяков К. Л. Прочность и трещиностойкость изгибаемых фибробетонных элементов с преднапряженной стеклокомпозитной арматурой при статическом и кратковременном динамическом нагружении. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2021 – 204 с.
  17. Поляков С.В. Конструкции сейсмостойких железобетонных каркасных зданий. – М.: ВНИИТАГ. 1990 – 32 с.
  18. Попов Н.Н., Забегаев А.В. Проектирование и расчёт железобетонных конструкций. – М.: Высшая школа. 1992 – 319 с.
  19. Попов Н.Н., Кумпяк О.Г., Плевков В.С. Вопросы динамического расчёта железобетонных конструкций. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. – 288 с.
  20. Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие. Под ред. д.т.н. А.Б.Голышева. Киев. Будивильник, 1985.
  21. Саркисов Д.Ю. Сейсмостойкость зданий и сооружений. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2021. – 364 с.
  22. Сетков В.И., Сербии Е.П. Строительные конструкции: Учебник. 2-е изд. доп. и испр. – М.: ИНФРА-М. 2005 – 448 с.
  23. Тихонов И.Н. Армирование элементов монолитных зданий. Пособие по проектированию. – М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007. – 168 с.
  24. Тихонов И.Н., Мешков В.З., Растиоргуев Б.С. Проектирование армирования железобетона. – М.2015. – 276 с.

## Направление подготовки 2.

### ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ. СТРОИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА.

#### Основная литература

1. Пономарев В.А. Архитектурное конструирование. Учебник для вузов. - М.: «Архитектура-С», 2008. - 738с.
2. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. Конструкции гражданских зданий. Учебник- М.: «АСВ», 2002.
3. Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий: Учебное пособие. - М.: «Архитектура-С», 2005.
4. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: учебное пособие для строительных вузов / И. А. Шерешевский. - М.: Архитектура-С, 2007.-168 с.
5. Дятков С.В. Архитектура промышленных зданий: учебник для вузов по строительной специальности / С.В. Дятков., А.П. Михеев.- М.: Изд-во АСВ. 2008 - 550 с.
6. Соловьев А.К. Физика среды. Учебник: -М.: Издательство АСВ, 2008.-344с.

7. Савин В.К. Строительная физика: энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение. М., «Лазурь», 2005. 432с.
8. Осипов Г.Л., Юдин Е.Я., Хюбнер Г. и др. Снижение шума в зданиях и жилых районах. 1987,- 558с.
- 9.Овсянников С.Н. Распространение звуковой вибрации в гражданских зданиях. - Томск: Изд-во Том. гос. арх.-строит, ун-та., 2000.-378с.
10. Звукоизоляция и звукопоглощение: учеб. пособие для студентов вузов/Г.Л. Осипов. В.Н. Бобылев, Л.А. Борисов и др.; Под ред Г.Л. Осипова. В.Н. Бобылева.- М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство «АСТРЕЛБ», 2004. 450с.

### Дополнительная литература

1. Архитектурные конструкции. / З.А. Казбек-Казиев. В.В. Беспалов. Ю.А. Дыховичный и др.; по ред. З.А. Казбек-Казиева: Учебник. -М.: «Высш. шк.», 1989.
2. Трепененков. В.И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий В.И. Трепененков. - М.: Стройиздат, 1980. - 284 с.
4. Ковригин С.Д., Крышов С.И. Архитектурно-строительная акустика. М. 1986.-256с.
5. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник,- М.: Университетская библиотека. Логос. 2008. -424с.
6. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность/ Монография-М.: «АСВ», 2009,- 296с.
7. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование тепловой эффективности зданий,- М., АВОК-ПРЕСС, 2002,- 194с.
8. Защита от шума в градостроительстве/ Г.Л. Осипов.В.Е. Коробков. А.А. Климухин и др.; Под ред. Г.Л. Осипова. - М.: «Стройиздат», 1993 - 96с.
9. Боголепов И.И. Архитектурная акустика. - СПб. «Судостроение», 2001.-228с.
10. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. Учебник для вузов. М., «Высш. шк.». 1970.-3 76с.

### Нормативные документы

1. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
2. СНиП 31-01-2003. Здания жилые многоквартирные
3. СНиП 31-02-2003. Дома жилые одноквартирные
4. СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения
5. СНиП 31-05-2003. Общественные здания административного назначения
6. СНиП 31-03-2001. Производственные здания.
7. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
8. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
9. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.
10. СНиП 23-03-2003. Защита от шума
11. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий.
12. СП 23-104-2004. Оценка шума при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов метрополитена.
13. СП 23-104-2004. Оценка вибрации при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов метрополитена.
14. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение

3

### Направление подготовки 3.

### МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Литература по металлическим конструкциям:

1. Металлические конструкции. В 3-х томах. /Под ред. В.В. Горева.- М.: Высшая школа, 2004.
2. Металлические конструкции. В 3-х томах, (справочник проектировщика) / под ред. В.В.Кузнецова.- М.: АСВ, 1998.
3. Металлические конструкции /под ред. Ю.И. Кудишина- М.: Академия, 2007.
4. Москалев Н.С., Пронозин Я.А. Металлические конструкции. Учебник / М.: Изд-во АСВ, 2007. - 344 с.
5. Лужин. О.В. и др. Обследование и испытание сооружений. - М.: Стройиздат, 1987.

Литература по деревянным и пластмассовым конструкциям:

1. Конструкции из дерева и пластмасс: учеб. для вузов / Ю.В. Слицкоухов [и др.]; под ред. Г.Г. Карлсена и Ю.В. Слицкоухова. - 5-е изд. - М.: Стройиздат, 1986. -543 с.
2. Конструкции из дерева и пластмасс: учеб. / М.М. Гаппоев [и др.]. - М.: Изд-во АСВ, 2010.-440 с.
3. Конструкции из дерева и пластмасс: учеб. / Д.К. Арленинов [и др.]. - М.: Изд-во АСВ, 2002. - 280 с.
4. Вдовин, В.М. Конструкции из дерева и пластмасс. - Ростов-на-Дону: Феликс. 2007.
5. Дмитриев. П.А. Конструкции из дерева и пластмасс. - Оренбург: Газпромпечать, 2002.
6. Атлас деревянных конструкций/ К. Г. Гетц, Д. Хоор. К. Мелер. Ю. Наттерер: пер. с нем. - М.: Стройиздат. 1985. - 272 с.

7.

Нормативная литература:

1. СНиП П-23-81\*. Нормы проектирования. Стальные конструкции. - М.: ФГУП ЦПП, 2005. - 90 с.
- 2 СНиП Н-25-80. Нормы проектирования. Деревянные конструкции. - Н1.: Ф- УП ЦПП. 2003.-30с.
3. СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП. 2003.-44 с.
4. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2000. - 96 с.
5. СНиП 21-01-97\*. Пожарная безопасность зданий и сооружений / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП. 2003. - 48 с.