



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Уральский государственный  
архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова»

Факультет очно-заочного (вечернего) обучения

Кафедра современных технологий архитектурно-строительного проектирования

Документ подписан электронной подписью  
Владелец Исаченко Виктория Игоревна  
Сертификат 2e1234de1d02f4e6744b7e4fc69c955  
Действителен с 18.07.2022 по 11.10.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## **Б1.О.30 ИНЖЕНЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Направление подготовки: 07.03.01 Архитектура

Профиль подготовки: Архитектурное проектирование

Формы обучения: очно-заочная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Срок получения образования: 6 лет

Объем: в зачетных единицах: 8 з.е.  
в академических часах: 288 ак.ч.

**Разработчики:**

Заведующий кафедрой конструкций зданий и сооружений,  
кандидат арх., профессор Голубева Е. А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 07.03.01 Архитектура, утвержденного приказом Минобрнауки России от 08.06.2017 №509, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Архитектор", утвержден приказом Минтруда России от 06.04.2022 № 202н.

## Содержание (рабочая программа)

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре ОП
3. Объем дисциплины и виды учебной работы
4. Содержание дисциплины
  - 4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий:
  - 4.2. Содержание разделов, тем дисциплины
5. Порядок проведения промежуточной аттестации
6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
  - 6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
  - 6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
  - 6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
  - 6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование
7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### *Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-3 Способен участвовать в комплексном проектировании на основе системного подхода, исходя из действующих правовых норм, финансовых ресурсов, анализа ситуации в социальном, функциональном, экологическом, технологическом, инженерном, историческом, экономическом и эстетическом аспектах

*Знать:*

ОПК-3.1 знает состав чертежей проектной документации, социальные, функционально-технологические, эргономические (в том числе учитывающие особенности лиц с ОВЗ и маломобильных групп граждан), эстетические и экономические требования к различным архитектурным объектам различных типов

ОПК-4 Способен применять методики определения технических параметров проектируемых объектов

*Знать:*

ОПК-4.2 знает основы проектирования конст-руктивных решений объекта капитального строительства

ОПК-4.4 знает основные строительные и отделочные материалы, изделия и конструкции, их технические, технологические, эстетические и эксплуатационные характеристики

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.30 «Инженерные конструкции» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6, 7, 8.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Шестой семестр	72	2	36	16	20	36	Зачет с оценкой Курсовая работа
Седьмой семестр	72	2	36	16	20	36	Зачет
Восьмой семестр	144	4	36	16	20	72	Экзамен (36)
Всего	288	8	108	48	60	144	36

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Лекции	в.т.ч. Аудиторная контактная работа	Практические занятия	в.т.ч. Аудиторная контактная работа	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1. Инженерные конструкции. Основы инженерных конструкций.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>2</b>
Тема 1.1. Тема 1. Введение. Тема 2. Методика расчета инженерных конструкций по предельным состояниям.	4	2	2			2
<b>Раздел 2. Основы металлических и деревянных конструкций многоэтажных зданий.</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>16</b>
Тема 2.1. Тема 1. Сталь и алюминий в строительстве. Тема 2. Расчет металлических конструкций на основные виды напряженного состояния.	4	2	2			2
Тема 2.2. Тема 3. Соединения металлических конструкций. Тема 4. Металлические балки, балочные клетки и колонны.	8	2	2	2	2	4
Тема 2.3. Тема 5. Дерево и пластмассы в строительстве. Тема 6. Расчет деревянных конструкций на основные виды напряженного состояния. Тема 7. Соединения деревянных конструкций. Тема 8. Деревянные балки и стойки.	20	2	2	8	8	10
<b>Раздел 3. Основы железобетонных и каменных конструкций многоэтажных зданий.</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>18</b>
Тема 3.1. Тема 1. Общие сведения о железобетонных конструкциях. Тема 2. Арматура железобетонных конструкций.	8	2	2	2	2	4

Тема 3.2. Тема 3. Расчет прочности изгибаемых элементов по нормальным сечениям. Тема 4. Расчет прочности изгибаемых элементов по наклонным сечениям.	8	2	2	2	2	4
Тема 3.3. Тема 5. Предварительно-напряженные железобетонные конструкции. Тема 6. Конструктивные особенности, расчет и армирование сжатых и растянутых элементов.	8	2	2	2	2	4
Тема 3.4. Тема 7. Конструкции плоских перекрытий. Балочные сборные панельные перекрытия. Тема 8. Ребристые монолитные сборно- монолитные перекрытия. Безбалочные перекрытия.	4	2	2			2
Тема 3.5. Тема 9. Основания и фундаменты. Тема 10. Каменные и армокаменные конструкции. Тема 11. Каркасы высотных зданий.	8			4	4	4
<b>Раздел 4. Плоскостные конструкции большепролетных зданий.</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
Тема 4.1. Каркасы.	12	2	2	4	4	6
Тема 4.2. Колонны. Основные сведения и классификация. Типы сечений.	4	2	2			2
Тема 4.3. Фермы.	8	2	2	2	2	4
Тема 4.4. Особенности металлических ферм.	8	2	2	2	2	4
Тема 4.5. Особенности деревянных, металлодеревянных и железобетонных ферм.	12	2	2	4	4	6
Тема 4.6. Тема 6. Арки. Тема 7. Особенности металлических, деревянных, железобетонных арок.	12	2	2	4	4	6
Тема 4.7. Тема 8. Рамы. Тема 9. Особенности металлических и деревянных рам. Тема 10. Особенности железобетонных рам.	16	4	4	4	4	8

<b>Раздел 5. Пространственные конструкции большепролетных зданий. Большепролетные пространственные тонкостенные конструкции.</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>32</b>
Тема 5.1. Арки.	12	2	2	2	2	8
Тема 5.2. Тема 2. Рамы. Тема 3. Складки. Длинные цилиндрические оболочки.	12	2	2	2	2	8
Тема 5.3. Тема 4. Своды. Короткие цилиндрические оболочки. Тема 5. Тонкостенные купола.	12	2	2	2	2	8
Тема 5.4. Тема 6. Пологие оболочки положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане. Тема 7. Оболочки отрицательной гауссовой кривизны.	12	2	2	2	2	8
<b>Раздел 7. Пространственные стержневые конструкции. Растянутые конструкции.</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>40</b>
Тема 7.1. Перекрестные балки и фермы.	6			2	2	4
Тема 7.2. Перекрестно-стержневые конструкции.	6			2	2	4
Тема 7.3. Тема 3. Сетчатые (решетчатые) своды и складки. Тема 4. Ребристые и сетчатые купола.	12	2	2	2	2	8
Тема 7.4. Тема 5. Однопоясные висячие покрытия. Тема 6. Двухпоясные висячие покрытия.	12	2	2	2	2	8
Тема 7.5. Тема 7. Вантовые (подвесные) и комбинированные висячие покрытия. Тема 8. Тросовые сетки и мембраны.	18	2	2	4	4	12
Тема 7.6. Тема 9. Пневматические и тентовые оболочки.	6	2	2			4
<b>Итого</b>	<b>252</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>144</b>

#### 4.2. Содержание разделов, тем дисциплин

##### *Раздел 1. Инженерные конструкции. Основы инженерных конструкций.*

*Тема 1.1. Тема 1. Введение. Тема 2. Методика расчета инженерных конструкций по предельным состояниям.*

## Тема 1. Введение

Место науки об инженерных конструкциях в комплексе задач архитектурного проектирования. Инженерные конструкции как материализация дисциплины «Строительная механика» и развитие курса «Архитектурное материаловедение». Классификация инженерных конструкций: плоские и пространственные, сплошные (сплошностенчатые) и сквозные (решетчатые, сетчатые), распорные и безраспорные; история инженерных конструкций на фоне развития науки и техники; вклад отечественных ученых и инженеров в теорию и практику инженерных конструкций.

Тема 2. Методика расчета инженерных конструкций по предельным состояниям.

Понятие о предельном состоянии конструкции. Две группы предельных состояний. Условия для 1-й и 2-й группы предельных состояний. Нормативные и расчетные нагрузки, сопротивление материалов. Коэффициент условий работы и надежности (по материалу назначению сооружения, нагрузке). Постоянные и временные нагрузки; сочетания нагрузок. Равномерно распределенные, линейные (погонные) и сосредоточенные нагрузки. Понятие «грузовой площади». Точные и приближенные методы определения усилий. Понятие о конструктивном расчете.

## ***Раздел 2. Основы металлических и деревянных конструкций многоэтажных зданий.***

*Тема 2.1. Тема 1. Сталь и алюминий в строительстве. Тема 2. Расчет металлических конструкций на основные виды напряженного состояния.*

Тема 1. Сталь и алюминий в строительстве.

Краткий очерк развития металлических конструкций. Область применения стальных и алюминиевых сплавов в строительстве. Достоинства и недостатки металлических конструкций вообще, стальных и алюминиевых в частности. Строительные стали и алюминиевые сплавы как конструкционные материалы, их классификация, физико-механические свойства, сортамент.

Тема 2. Расчет металлических конструкций на основные виды напряженного состояния.

Расчет центрально растянутых элементов на прочность в упругой стадии. Расчет центрально-сжатых элементов на прочность и устойчивость. Расчет изгибаемых элементов; нормальные и касательные напряжения. Расчет прочности внецентренно растянутых и расчет устойчивости сжато-изогнутых элементов.

*Тема 2.2. Тема 3. Соединения металлических конструкций. Тема 4. Металлические балки, балочные клетки и колонны.*

Тема 3. Соединения металлических конструкций.

Виды сварки (электродуговая и газозлектрическая) и способы сварки. Типы сварных швов.

Расчет стыковых швов при действии растягивающих или сжимающих сил. Соединения обычных и высокопрочных болтах. Сведения о заклепочных соединениях. Размещение болтов и заклепок в соединениях.

Тема 4. Металлические балки, балочные клетки и колонны.

Прокатные (двутавровые и швеллерные) балки. Составные сборные балки; двутавровые (в том числе перфорированные) и коробчатые балки. Расчет прочности, устойчивости прогибов прокатных и составных балок. Использование принципа предварительного напряжения в балках. Компоновка балочных клеток, Конструкции узлов. Типы сечения сплошностенчатые и сквозных колонн. Расчет центрально и внецентренно сжатых колонн и стоек. Конструкции опорных баз и оголовков колонн, их стыков и примыканий балок.

*Тема 2.3. Тема 5. Дерево и пластмассы в строительстве. Тема 6. Расчет деревянных конструкций на основные виды напряженного состояния. Тема 7. Соединения деревянных конструкций. Тема 8. Деревянные балки и стойки.*

Тема 5. Дерево и пластмассы в строительстве.

Краткий очерк развития, область применения в строительстве, достоинства и недостатки деревянных конструкций. Древесина и древесные строительные материалы, их физико-механические свойства. Пороки древесины. Работа древесины при растяжении, сжатии, изгибе, смятии и скалывании. Синтетические конструкционные строительные материалы – стеклопластики, пенопласты, армированные пленки и синтетические ткани с полимерным покрытием.

Тема 6. Расчет деревянных конструкций на основные виды напряженного состояния.

Расчет центрально растянутых элементов с учетом характера их местного ослабления. Расчет центрально сжатых элементов на прочность и устойчивость. Расчет прочности и прогибов изгибаемых элементов. Предельные прогибы балок. Напряжение и прогибы прогонов при косом изгибе. Скалывающие напряжения при изгибе. Основы расчета элементов, работающих на смятие древесины вдоль и поперек волокон; три вида смятия.

Тема 7. Соединения деревянных конструкций.

Три вида соединений: сращивание, сплачивание и под углом. Нагельные соединения – виды нагелей и определение их несущей способности. Размещение нагелей в соединениях. Соединения на растянутых рабочих связях. Соединения на клею: разновидность клеев, требования к клею м, виды клеевых соединений. Соединения на врубках - конструкция узлов.

Тема 8. Деревянные балки и стойки.

Балки сплошного сечения – разрезные, консольно-балочные и неразрезные; их расчет по прочности и прогибам. Конструкция и основы составных балок – дощато клееных, клефанерных (с плоской и волнистой стенкой). Стойки сплошного и составного сечения. Конструкция составных стоек и их опор.

### ***Раздел 3. Основы железобетонных и каменных конструкций многоэтажных зданий.***

*Тема 3.1. Тема 1. Общие сведения о железобетонных конструкциях. Тема 2. Арматура железобетонных конструкций.*

Тема 1. Общие сведения о железобетонных конструкциях.

Достоинства и недостатки железобетона. Область применения, виды железобетонных конструкций и методы воздействия. Бетон как материал для бетонных и железобетонных конструкций, физико-механические свойства бетона (структура бетона, прочность, деформативность, усадка и ползучесть, модуль упругости).

Тема 2. Арматура железобетонных конструкций.

Назначение и виды арматуры. Механические свойства арматурных сталей. Классификация арматуры (марки и классы арматурной стали). Применение арматуры в конструкциях. Арматурные сварные и проволочные изделия. Анкеровка арматуры в бетоне. Защитный слой бетона.

*Тема 3.2. Тема 3. Расчет прочности изгибаемых элементов по нормальным сечениям. Тема 4. Расчет прочности изгибаемых элементов по наклонным сечениям.*

Тема 3. Расчет прочности изгибаемых элементов по нормальным сечениям.

Общие сведения изгибаемых элементов, их конструктивные особенности. Три стадии напряженно-деформированного состояния при изгибе. Расчет изгибаемых элементов прямоугольного сечения с одиночной и двойной арматурой. Основы расчета элементов таврового сечения.

Тема 4. Расчет прочности изгибаемых элементов по наклонным сечениям.

Проверка необходимости расчета прочности по наклонному сечению. Основы расчета наклонных сечений по поперечной силе. Армированные изгибаемых элементов.

*Тема 3.3. Тема 5. Предварительно-напряженные железобетонные конструкции. Тема 6. Конструктивные особенности, расчет и армирование сжатых и растянутых элементов.*

Тема 5. Предварительно-напряженные железобетонные конструкции.

Сущность предварительно-напряженного железобетона. Область применения. Способы создания предварительного напряжения в железобетонных элементах. Материалы для предварительно-напряженных конструкций. Анкерные устройства. Общие сведения о расчете предварительно-напряженных элементов. Конструирование предварительно напряженных элементов.

Тема 6. Конструктивные особенности, расчет и армирование сжатых и растянутых элементов.

Конструктивные особенности и расчет сжатых элементов (колонн) со случайным и расчетным эксцентриситетом. Расчет и армирование растянутых элементов.

*Тема 3.4. Тема 7. Конструкции плоских перекрытий. Балочные сборные панельные перекрытия. Тема 8. Ребристые монолитные сборно- монолитные перекрытия. Безбалочные перекрытия.*

Тема 7. Конструкции плоских перекрытий. Балочные сборные панельные перекрытия.

Общие сведения. Классификация перекрытий. Компоновка сборного балочного перекрытия. Панели и балки перекрытий. Типизация и унификация сборных элементов. Конструктивные схемы зданий. Изгибаемые статически определимые (разрезные) и статически неопределимые (неразрезные) конструкции. Основы расчета и конструирования.

Тема 8. Ребристые монолитные сборно- монолитные перекрытия. Безбалочные перекрытия.

Ребристые монолитные перекрытия с балочными плитами. Основы расчета и конструирования. Ребристые монолитные перекрытия с плитами опертыми по контуру. Расчет и конструирование. Ребристые сборно-монолитные перекрытия. Монолитные перекрытия с использованием стального профилированного настила. Безбалочные сборные, монолитные и сборно-монолитные перекрытия. Перекрытия, возводимые методом подъема этажей.

*Тема 3.5. Тема 9. Основания и фундаменты. Тема 10. Каменные и армокаменные конструкции. Тема 11. Каркасы высотных зданий.*

Тема 9. Основания и фундаменты.

Общие сведения об основаниях. Типы и свойства грунтов. Конструкции сборных и монолитных фундаментов. Область применения. Основы расчета и конструирование отдельных фундаментов под колонны. Расчет и конструирование ленточных фундаментов.

Тема 10. Каменные и армокаменные конструкции.

Прочность и деформативность каменной кладки; Основы расчета элементов каменных конструкций. Центральные и внецентренно сжатые элементы. Элементы армокаменных конструкций с поперечным и продольным армированием.

Тема 11. Каркасы высотных зданий.

Основные конструктивные схемы каркасов: связевая, рамная, рамно-связевая, со стволем жесткости, коробчатая. Их достоинства и недостатки. Работа элементов каркаса (колонн, связей диафрагм) при действии вертикальных горизонтальных нагрузок.

Роль горизонтальных ригелей, стволов жесткости, внешних и внутренних каркасов в восприятии нагрузок и воздействий на высотное здание. Приближенный расчет каркаса многоэтажного здания на вертикальные и горизонтальные нагрузки. Узлы сопряжения металлических и железобетонных ригелей балок с колоннами. Каркасы зданий с подвешенными этажами и возводимые методом подъема перекрытий.

#### ***Раздел 4. Плоскостные конструкции большепролетных зданий.***

##### *Тема 4.1. Каркасы.*

Основные сведения и классификация. Конструктивные элементы. Нагрузки и воздействия. Обеспечение жесткости и устойчивости.

##### *Тема 4.2. Колонны. Основные сведения и классификация. Типы сечений.*

Конструктивные элементы. Нагрузки и воздействия. Обеспечение устойчивости. Конструктивный расчет стальных, железобетонных деревянных колонн. Конструирование стальных, железобетонных и деревянных колонн.

##### *Тема 4.3. Фермы.*

Основные сведения. Ферма как решетчатая балка. Классификация ферм по очертанию поясов: с параллельными поясами, треугольные, трапециевидные, полигональные, сегментные. Рекомендуемые относительные высоты ферм. Компоновка стропильного покрытия. Подстропильные фермы. Обеспечение пространственной устойчивости ферменного шатра. Расчет ферм: определение усилий, подбор сечений. Расчетные длины и предельные гибкости элементов ферм.

##### *Тема 4.4. Особенности металлических ферм.*

Область применения. Характерные геометрические схемы, типы сечений элементов ферм из парных или одиночных уголков, труб, гнутых профилей, двутавров. Понятие о тяжелых и предварительно-напряженных фермах. Конструктивный расчет элементов ферм: подбор сечений с проверкой прочности и устойчивости. Конструкции опорных, коньковых и промежуточных узлов ферм и стыков поясных панелей. Беспрогонная и прогонная системы кровельных покрытий по металлическим фермам. Прокатные и решетчатые (сквозные) прогоны и их расчет.

##### *Тема 4.5. Особенности деревянных, металлодеревянных и железобетонных ферм.*

Область применения, характерные геометрические схемы деревянных и метало-деревянных ферм (сегментные, треугольные, трапециевидные, многоугольные системы). Брусчатые и клееные элементы панелей и решетки Конструктивный расчет элементов ферм: подбор сечений с проверкой прочности устойчивости. Конструкции опорных, коньковых и промежуточных узлов. Кровельное покрытие деревянным фермам; прогоны. Кровельные панели и их расчет.

Область применения, характерные геометрические схемы железобетонных ферм (сегментные, полигональные, шпренгельные, безраскосные). Конструктивный расчет ферм: проектирование и расчет сечений элементов с подбором арматуры. Размещение арматуры в опорных и рядовых узлах фермы.

*Тема 4.6. Тема 6. Арки. Тема 7. Особенности металлических, деревянных, железобетонных арок.*

Тема 6. Арки

Три типа арок: трехшарнирная, двухшарнирная, бесшарнирная, их достоинства и недостатки. Тектонические формы арок. Основные способы восприятия распора арок. Основы статического расчета арок: определение опорных реакций, изгибающих моментов, продольных и поперечных сил с использованием справочных таблиц и готовых формул, нахождение усилий в стержнях сквозных арок. Обеспечение устойчивости арок.

Тема 7. Особенности металлических, деревянных, железобетонных арок.

Область применения, рекомендуемые пролеты. Типовые сечения элементов сплошностенчатых и сквозных арок. Конструктивный расчет арок: подбор сечений и проверка напряжений при одновременном действии сил сжатия и изгиба. Конструкции опорных и ключевых узлов.

*Тема 4.7. Тема 8. Рамы. Тема 9. Особенности металлических и деревянных рам. Тема 10. Особенности железобетонных рам.*

Тема 8. Рамы.

Рамы как распорные несущие конструкции, работающие на совместное действие изгибающих моментов и продольных сил: трехшарнирные, двухшарнирные, бесшарнирные, их достоинства и недостатки. Характерные эпюры изгибающих моментов в рамах от вертикальных нагрузок и их влияние на тектонические очертания рам. Геометрические схемы сплошностенчатых и сквозных рам. Основы статического расчета рам с использованием справочных таблиц и готовых формул. Определение усилий в стержнях сквозных рам.

Тема 9. Особенности металлических и деревянных рам.

Область применения, рекомендуемые пролёты. Типовые геометрические схемы сплошностенчатых и сквозных рам. Поперечные рамы промышленных зданий. Конструктивный расчет рам: подбор сечений и проверка напряжений при одновременном действии сил сжатия и изгиба.

Тема 10. Особенности железобетонных рам.

Область применения, рекомендуемые пролеты. Монолитные, сборные и сборно-монолитные рамы. Классы бетона и арматуры. Основы конструктивного расчета, конструирование узлов.

***Раздел 5. Пространственные конструкции большепролетных зданий. Большепролетные пространственные тонкостенные конструкции.***

*Тема 5.1. Арки.*

Определяющие признаки арок. Три типа арок, их достоинства и недостатки. Тектонические формы арок. Статический расчет арок: определение опорных реакций, изгибающих моментов, продольных и поперечных сил, нахождение усилий в стержнях сквозных арок. Обеспечение устойчивости арок. Особенности металлических, деревянных, железобетонных арок. Конструктивный расчет арок: подбор сечений и проверка напряжений при одновременном действии сил сжатия и изгиба. Конструкции опорных и ключевых узлов.

*Тема 5.2. Тема 2. Рамы. Тема 3. Складки. Длинные цилиндрические оболочки.*

Тема 2. Рамы.

Типы рам: трехшарнирные, двухшарнирные, бесшарнирные, их достоинства и недостатки. Характерные эпюры изгибающих моментов в рамах от вертикальных нагрузок и их влияние на тектонические очертания рам. Геометрические схемы сплошнотенчатых и сквозных рам. Статический расчет. Определение усилий в стержнях сквозных рам. Особенности металлических, железобетонных и деревянных рам. Типовые геометрические схемы сплошнотенчатых и сквозных рам. Поперечные рамы. Конструктивный расчет рам: подбор сечений и проверка напряжений при одновременном действии сил сжатия и изгиба. Монолитные, сборные и сборно-монолитные рамы. Классы бетона и арматуры. Основы конструктивного расчета, конструирование узлов.

Тема 3. Складки. Длинные цилиндрические оболочки.

Общие сведения и классификация тонкостенных пространственных покрытий. Треугольные и трапециевидные складки. Возможности компоновки складчатых покрытий различных планов, а также складчатых систем павильонного (ангарного) типа. Особенности железобетонных складок; пропорции, толщины плит, система армирования, приближенный расчет. Особенности складок из дерева и пластмасс с трехслойными панелями.

Длинные железобетонные цилиндрические монолитные и сборные оболочки. Рекомендуемые пролеты, пропорции и толщины поперечных сечений и армирование. Основы расчета длинных цилиндрических оболочек. Деревянные цилиндрические оболочки – многослойные, дощато-клееные и клефанерные.

*Тема 5.3. Тема 4. Своды. Короткие цилиндрические оболочки. Тема 5. Тонкостенные купола.*

Тема 4. Своды. Короткие цилиндрические оболочки.

Гладкие, волнистые, складчатые железобетонные и армоцементные своды, их пролеты, рекомендуемые высоты и толщины профилей. Основы приближенного расчета прочности сводов по арочной аналогии.

Короткие железобетонные цилиндрические монолитные и сборные оболочки. Рекомендуемые пролеты, пропорции и толщины поперечных сечений, армирование оболочек. Основы расчета коротких цилиндрических оболочек.

Тема 5. Тонкостенные купола.

Условия, обеспечивающие возможность эффективной работы куполов как тонких оболочек. Понятие о сопротивлении куполов горизонтальным и несимметричным силовым воздействиям. Особенности монолитных и сборных железобетонных куполов – гладких, волнистых и складчатых. Их толщины и схемы армирования. Обеспечение устойчивости куполов с гладкими и подкрепленными ребрами. Особенности деревянных тонкостенных куполов. Составные элементы их конструкции - настилы подкрепляющие ребра, верхние и нижние опорные кольца. Обеспечение устойчивости деревянных куполов. Особенности куполов и пластмасс - оргстекла стеклопластиков и трехслойных панелей.

*Тема 5.4. Тема 6. Пологие оболочки положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане. Тема 7. Оболочки отрицательной гауссовой кривизны.*

Тема 6. Пологие оболочки положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане. Общие и отличительные черты пологих оболочек по сравнению с куполами. Обычные размеры перекрываемых планов. Контурные конструкции. Основы расчета прочности и обеспечение устойчивости оболочек. Определение усилий в элементах диафрагмы. Система армирования железобетонных оболочек. Особенности деревянных пологих оболочек.

Тема 7. Оболочки отрицательной гауссовой кривизны

Основной вид поверхности оболочек - гиперболический параболоид (гипар). Способы построения поверхности покрытия типа гипар. Многолепестковые конструкции оболочек. Приближенная методика определения усилий в оболочке гипара и в бортовых элементах.

Особенности монолитных и сборных железобетонных гипаров: пропорции, схемы армирования оболочки и бортовых элементов. Сетчатые (решетчатые) металлические гипары, основы их расчета. Деревянные гипары со слоистыми дощатыми оболочками. Основы их расчета, конструкции узлов. Железобетонные панели-оболочки с поверхностью гиперboloида вращения, их пропорции и форма поперечных сечений.

## ***Раздел 7. Пространственные стержневые конструкции. Растянутые конструкции.***

*Тема 7.1. Перекрестные балки и фермы.*

Перекрестные балки. Перекрестные фермы как наиболее простые пространственные стержневые конструкции. Совместная работа элементов перекрестных систем; определение изгибающих моментов и линейных нагрузок на балки по таблицам. Определение усилий в стержнях перекрестных ферм. Конструирование перекрытий с перекрестными балками и фермами из металла, дерева и железобетона. Конструкции узлов пересечения и опорных узлов.

*Тема 7.2. Перекрестно-стержневые конструкции.*

Перекрестно-стержневые пространственные конструкции (структуры). Геометрические основы структурных образований. Достоинства и недостатки структурных перекрытий: принципы их проектирования. Сопоставительный анализ вариантов размещения опор перекрытий. Приближенный метод расчета структуры перекрытий. Особенности узлов и панелей структурных конструкции из металла, дерева, железобетона, армоцемента и пластмасс.

*Тема 7.3. Тема 3. Сетчатые (решетчатые) своды и складки. Тема 4. Ребристые и сетчатые купола.*

Тема 3. Сетчатые (решетчатые) своды и складки.

Очертания профилей свода и рисунки сетки. Приближенный расчет сетчатых сводов. Структурные своды. Особенности металлических, деревянных и железобетонных сетчатых сводов, конструкции стержней и узлов. Сетчатые своды-оболочки, понятие об их статической работе. Решетчатые складки и их приближенный расчет.

Тема 4. Ребристые и сетчатые купола.

Ребристые, ребристо-кольцевые и ребристо-рамные купола, их общие и специфические черты. Сетчатые купола и их тектонические отличие от ребристых. Разновидности сеток и методы их построения (сеть Чебышева, центральная проекция, геодезическая сеть). Панельные купола как конверсия сетчатых. Основы расчета ребристых куполов. Понятие о расчете ребристо-кольцевых и ребристо-рамных куполов. Обеспечение местной и общей устойчивости куполов. Особенности конструкции металлических и деревянных сетчатых куполов.

*Тема 7.4. Тема 5. Однопоясные висячие покрытия. Тема 6. Двухпоясные висячие покрытия.*

Тема 5. Однопоясные висячие покрытия.

Основные силовые элементы висячих конструкций: гибкие нити, ванты, тросовые сети, мембраны. Основные понятия теории гибких нитей. Формулы расчета натяжения и провисания нити. Висячие покрытия, способы их стабилизации и восприятия распора. Жесткие нити и висячие фермы. Однопоясные висячие покрытия на круговом и квадратном планах, работа их контура. Шатровые и воронкообразные покрытия.

Тема 6. Двухпоясные висячие покрытия

Тросовые фермы с вертикальными связями между поясами с треугольной решеткой. Несущие и стабилизирующие пояса тросовых ферм, распределение усилий между поясами, роль и работа решетки (связей). Двухпоясные покрытия на круглом, квадратном и удлиненном планах. Методика расчета усилий в несущих и стабилизирующих поясах.

*Тема 7.5. Тема 7. Вантовые (подвесные) и комбинированные висячие покрытия. Тема 8. Тросовые сетки и мембраны.*

Тема 7. Вантовые (подвесные) и комбинированные висячие покрытия

Ванты как главный элемент подвесных конструкций. Балки, арки и нити - как элементы местной жесткости комбинированных систем. Приближенный метод нахождения усилий в вантах.

Тема 8. Тросовые сетки и мембраны.

Системы покрытий из тросовых сеток. Работа несущих и стабилизирующих тросов при загрузке сетки. Определение максимального прогиба сетки. Мембраны покрытия на прямоугольном и круговом плане, шатровые покрытия. Расчет меридиональных и кольцевых усилий по приближенной методике.

*Тема 7.6. Тема 9. Пневматические и тентовые оболочки.*

Тема 9. Пневматические и тентовые оболочки.

Материалы мягких оболочек (пневматических и тентовых), их силовая основа и покрытие, физико-механические характеристики. Воздухоопорные здания и сооружения, их достоинства и недостатки, архитектурные формы и физические законы, их регламентирующие. Особенности эксплуатации, способы создания избыточного давления воздуха под оболочкой. Оболочки, усиленные канатами и поддерживаемые внутренними оттяжками. Заводские и монтажные швы оболочек. Пневматические арки высокого и низкого давления, балки, стойки. Ортоотропные и изотропные пневматические панели, своды и купола из них.

Тентовые покрытия, способы их формообразования и обеспечения стабильной формы. Контурные элементы тентов: тросы-подборы, балки, арки, узлы крепления тентов к контуру сооружения, к внутренним опорам и оттяжкам.

## **5. Порядок проведения промежуточной аттестации**

*Промежуточная аттестация: очная форма обучения, Зачет с оценкой, Шестой семестр.*

*Промежуточная аттестация: очная форма обучения, Зачет, Седьмой семестр.*

*Промежуточная аттестация: очная форма обучения, Экзамен, Восьмой семестр.*

*Промежуточная аттестация: очно-заочная форма обучения, Зачет с оценкой, Шестой семестр.*

*Промежуточная аттестация: очно-заочная форма обучения, Зачет, Седьмой семестр.*

*Промежуточная аттестация: очно-заочная форма обучения, Экзамен, Восьмой семестр.*

## **6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Пономарев, В. А. Архитектурное конструирование: учебник для вузов / В. А. Пономарев. - 3-е изд., доп. - М.: Архитектура-С, 2014. - 736 - 978-5-9647-0262-7. - Текст: непосредственный.

2. Архитектурные конструкции: учеб. пособие для вузов / З. А. Казбек-Казиев, В. В. Беспалов, Ю. А. Дыховичный и др.; под ред. З. А. Казбек-Казиева. - Стер. изд. - М.: Архитектура-С, 2014. - 344 - 978-5-9647-0206-1. - Текст: непосредственный.

3. Голосов, В. Н. Инженерные конструкции: учеб. пособие / В. Н. Голосов, В. В. Ермолов, Н. В. Лебедева; Под. ред. д-ра техн. наук, проф. В. В. Ермолова. - Стер. изд. - М.: Архитектура-С, 2007. - 408 - 978-5-9647-0122-4. - Текст: непосредственный.

### **6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

#### *Профессиональные базы данных*

1. <http://garant.ru> - Справочная правовая система «Гарант»

#### *Ресурсы «Интернет»*

1. <http://biblioclub.ru/> - ЭБС Университетская библиотека

2. <http://www.consultant.ru/> - Справочная правовая система «КонсультантПлюс»

3. <https://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека

4. <http://znanium.com> - Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»

5. <https://biblio-online.ru/> - Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»

6. <https://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система Издательства Лань (ЭБС)

7. <https://moodle.usaaa.ru> - Система электронного обучения Moodle УрГАХУ

### **6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем\*

#### *Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

1. AstraLinux;

*Перечень информационно-справочных систем  
(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

#### **6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

учебная аудитория № 211 для проведения занятий лекционного типа ( г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 23, литер А)

Доска - 1 шт.

Компьютер, с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации - 1 шт.

Проектор - 1 шт.

Столы - 31 шт.

Стулья - 75 шт.

Экран - 1 шт.

учебная аудитория № 417 для проведения занятий семинарского типа (г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 23, литер А)

Компьютер, с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации - 8 шт.

Проектор - 1 шт.

Сканер - 2 шт.

Столы - 10 шт.

Стулья - 20 шт.

Экран - 1 шт.

#### **7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

Студент обязан:

1) знать:

- график учебного процесса по дисциплине (календарный план аудиторных занятий и план-график самостоятельной работы);

- порядок формирования итоговой оценки по дисциплине;(преподаватель на первом занятии по дисциплине знакомит студентов с перечисленными организационно-методическими материалами);

2) посещать все виды аудиторных занятий (преподаватель контролирует посещение всех видов занятий), вести самостоятельную работу по дисциплине, используя литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины и преподавателем (преподаватель передает список рекомендуемой литературы студентам);

3) готовиться и активно участвовать в аудиторных занятиях, используя рекомендованную литературу и методические материалы;

4) своевременно и качественно выполнять все виды аудиторных и самостоятельных работ, предусмотренных графиком учебного процесса по дисциплине (преподаватель ведет непрерывный мониторинг учебной деятельности студентов);

5) в случае возникновения задолженностей по текущим работам своевременно до окончания семестра устранить их, выполняя недостающие или исправляя не зачтенные работы, предусмотренные графиком учебного процесса (преподаватель на основе данных мониторинга учебной деятельности своевременно предупреждает студентов о возникших задолженностях и необходимости их устранения).

Методические указания по выполнению реферата

Требования к реферату:

1) объем реферата – 15–20 страниц формата А4;

2) работа должна быть выполнена в печатном варианте;

3) для написания работы возможно использование любых источников информации с обязательным библиографическим описанием. При использовании интернет-источников необходимо приводить полные выходные данные материала: имя автора (если есть); название материала; название интернет-ресурса, на котором размещен материал; точный сетевой адрес материала (размещение в сети). Например: Рубинский Ю. Европейская цивилизация на пороге третьего тысячелетия // Современная Европа. 2000. №1 (январь-март). – [Электронный ресурс]. – <http://www.ieras.ru/journal/journal1.2000/6.htm>;

4) для написания реферата необходимо использовать не менее 3 источников;

Введение должно содержать обоснование актуальности темы исследования, постановку цели и задач работы, краткую характеристику использованных источников информации. Цель работы полезно сформулировать в виде общего тезиса, в котором устанавливается, что именно автор предполагает показать и доказать в работе. Цель, однако, не должна повторять название работы и предварять ее выводы. Далее следует сформулировать те задачи (их, как правило, 3–4), которые планируется выполнить в ходе работы. Задачи должны отражать пути достижения поставленной цели. Их содержание обычно вытекает из содержания глав реферата.

Основное содержание реферата излагается в нескольких главах, каждая из которых раскрывает один из выделенных аспектов темы. При этом заголовки глав не должны повторять названия реферата, а заголовки параграфов – названия глав.

Заключение, которое является самостоятельной частью реферата, не должно содержать пересказ содержания исследования или повтор выводов, которые уже были сделаны в главах. Здесь подводятся итоги авторского изучения темы, отражается решение задач, поставленных во введении и достижение цели исследования.

После заключения следует список использованных источников и литературы, а затем по необходимости – приложение. В приложение могут быть включены исторические документы, иллюстрации, рисунки, таблицы, графики и т.д., которые должны иметь название и порядковый номер.

При упоминании фамилий в тексте инициалы ставятся перед фамилией (например, С.М. Соловьев). Цитаты из литературы и источников, статистический материал, даты, имена, выводы и утверждения, заимствованные из опубликованных исследований обязательно должны сопровождаться ссылками.