

## АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Строительная механика»

по основной профессиональной образовательной программе по направлению подготовки  
08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (уровень специалитета)

**Направленность (профиль):** Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений  
**Общий объем дисциплины – 16 з.е. (576 часов)**

**В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы компетенции с соответствующими индикаторами их достижения:**

- ОПК-1.3: Способен представлять базовые для профессиональной сферы физические или химические процессы (явления) в виде математического(их) уравнения(й), обосновывать граничные и начальные условия;
- ОПК-1.4: Решает инженерные задачи с применением математического аппарата;
- ОПК-6.2: Выбирает состав и последовательность выполнения работ по проектированию здания в соответствии с техническим заданием на проектирование;

**Содержание дисциплины:**

Дисциплина «Строительная механика» включает в себя следующие разделы:

**Форма обучения очная. Семестр 5.**

**Объем дисциплины в семестре – 4 з.е. (144 часов)**

**Форма промежуточной аттестации – Экзамен**

**1. 1. Часть 1 Статически определимые стержневые системы**

**Модуль 1 Введение, кинематический анализ сооружений. Самостоятельно.** Строительная механика, ее методы и задачи. Краткий исторический очерк развития строительной механики и ее современное значение. Решение прикладных задач строительной механики, используя теорию и методы фундаментальных наук. Роль в развитии строительной механики российских ученых и инженеров. Успехи строительной механики, обусловленные применением вычислительных средств.

**2. Лекция 1 {лекция-пресс-конференция}.** Понятие о методах расчета сооружений и расчетной схеме сооружения. Нагрузки, основные элементы сооружений и их расчетные схемы. Способы прикрепления сооружений к земле. Статический и кинематический анализы различных типов опор. Классификация сооружений и их расчетные схемы. Цель кинематического анализа. Степень свободы системы. Связи и плоские системы, степень свободы плоской кинематической цепи, составленной из дисков. Системы геометрически неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые. Способы образования плоских геометрически неизменяемых систем. Системы, составленные из двух и трех дисков. Техничко-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений.

**3. Модуль 2. Основные методы расчета плоских статически определимых систем при подвижной нагрузке. Лекция 2.** Виды подвижных нагрузок и особенности воздействий их на

стержневые системы. О форме линий влияния. Статический метод построения линий влияния на примере балки. Определение усилий по линиям влияния от действия сосредоточенных сил и распределенной нагрузки. Невыгодное загрузение треугольной и полигональной линий влияния системой связанных подвижных сосредоточенных грузов. Решение инженерных задач с применением математического аппарата.

**4. Модуль 3. Расчет простейших стержневых систем. Лекция 3.** Расчет многопролетных статически определимых

балок. Многопролетные балки и их образование. Рациональное расположение шарниров в пролетах балки. Определение опорных реакций и внутренних усилий. Построение эпюр M и Q. Построение линий влияния.

**5. Трехшарнирные системы. Лекция 4..** Основные сведения о трехшарнирных системах.

Аналитический расчет арки:

определение опорных реакций, внутренних усилий. Построение эпюр изгибающих моментов, поперечных и продольных сил. Сопоставление арки с балкой. Понятие о рациональной оси арки. Линии влияния опорных реакций и внутренних усилий.

**6. Модуль 4. Фермы. Лекция 5.** Понятие о фермах. Особенности работы ферм. Расчетная схема ферм.

Классификация ферм по очертанию поясов, системе решетки и расположению опор. Способы образования и условия геометрической неизменяемости плоских ферм. Статический способ определения усилий в стержнях фермы от неподвижной нагрузки способами моментной точки, проекций и вырезания узлов. Частные случаи равновесия узлов..

**7. Модуль 4. Расчет ферм. Лекция 6.** Расчет ферм на внеузловую нагрузку. Расчет составных ферм. Понятие о шпренгельных фермах. Построение линий влияния усилий в стержнях балочных ферм статическим способом. Расчет трехшарнирных арочных ферм на неподвижную нагрузку. Разновидности арочных ферм. Сопоставление балочных и арочных ферм. Особенности расчета гибких нитей. Понятие о висячих вантовых системах и их расчете..

**8. Модуль 5. Основные теоремы упругих систем и общие методы определения перемещений в стержневых системах Лекция 7.** Линейно-деформируемые системы. Обобщенный закон Гука.

Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Работа внешних и внутренних сил. Потенциальная энергия. Выражение потенциальной энергии от действия продольной силы, изгибающего момента и поперечной силы. Общая формула потенциальной энергии для плоской стержневой системы. Теорема о взаимности работ, перемещений и реакций.

**9. Расчет перемещений. Лекция 8.** Принцип возможных перемещений и использование его для определения перемещений плоской стержневой системы. Формула Мора. Частные случаи формулы Мора. Правило Верещагина. Перемещения от смещения опор и изменения температуры. Матричная форма определения перемещений..

**Форма обучения очная. Семестр 6.**

**Объем дисциплины в семестре – 5 з.е. (180 часов)**

**Форма промежуточной аттестации – Экзамен**

**1. Часть 2. Статически неопределимые стержневые системы Модуль 1.**

**Общая теория метода сил.**

**Лекция 1.** Статически неопределимые системы и их свойства. Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов в виде математических уравнений, обоснование граничных и начальных условий. Степень статической неопределимости. Основная система. Требования, предъявляемые к основной системе, в связи с применением компьютеров. Канонические уравнения метода сил. Расчет статически неопределимых систем на действие температуры и перемещения опор.

**2. Лекция 2.** Порядок расчета рам методом сил. Построение эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  и их проверка. Об упрощении канонических уравнений для симметричных систем Симметричные и обратно симметричные нагрузки. Применение групповых неизвестных. Решение инженерных задач с применением математического аппарата - матричная форма расчета рам..

**3. Лекция 3.** Расчет неразрезных балок.

Общие сведения о неразрезных балках. Выбор основной системы. Уравнения трех моментов как частный случай канонических уравнений. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Выбор состава и последовательности

выполнения работ по проектированию здания в соответствии с техническим заданием на проектирование.

#### **4. Лекция 4. Расчет неразрезных**

балок методом фокусов. Фокусные точки и фокусные отношения. Применение моментных фокусных отношений к построению эпюр. Невыгодное нагружение. Объемлющие эпюры изгибающих моментов. Расчет неразрезных балок на упругих опорах. Статический метод построения линий влияния опорных моментов. Построение линий влияния  $M$ ,  $Q$ . Линии влияния опорных реакций..

**5. Лекция 5 Расчет статически неопределимых арок..** Классификация и формы арок. Расчет двухшарнирных арок на неподвижную нагрузку. Определение распора. Расчет арки с затяжкой. Влияние податливости затяжки. Построение эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Расчет параболических арок. Расчет двухшарнирных арок на действие температуры и смещения опор..

#### **6. Лекция 6. Бесшарнирная арка**

Выбор основной системы. Определение положения упругого центра. Формула для

7  
определения лишних неизвестных. Построение эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Проверка правильности построения эпюры  $M$ ..

#### **7. Лекция 7. Расчет ферм.**

Статическая неопределимость фермы. Предварительное определение размеров сечений стержней. Определение усилий от неподвижной нагрузки. Проверка правильности расчета статически неопределимой фермы.

#### **8. Модуль 3. Расчет рамных систем методом перемещений и смешанным.**

##### **Лекция 8. Сущность метода**

перемещений и основные допущения. Неизвестные и основная система в методе перемещения. Определение числа неизвестных метода перемещений. Канонические уравнения метода перемещений.

##### **9. Лекция 9. Статический способ**

вычисления реакций. Общий способ определения коэффициентов и свободных членов канонических уравнений. Проверка коэффициентов и свободных членов канонических уравнений. Построение эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Проверка правильности расчета рамных систем методом перемещений..

##### **10. Лекция 10. Использование**

симметрии. Групповые неизвестные. Понятие о расчете сложных рам. Матричная форма расчета рам методом перемещений..

##### **11. Лекция 11. Сопоставление методов**

сил и перемещений. Основная система, неизвестные и канонические уравнения смешанного метода. Комбинированный способ расчета рам.

#### **12. Часть 4. Динамика и устойчивость сооружений.**

**Модуль 5. Устойчивость сооружений Лекция 12. Устойчивость сооружений. Методы** исследования

устойчивости упругих систем. Виды равновесия. Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический. Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы..

##### **13. Лекция 13. Устойчивость прямых**

сжатых стержней. Устойчивость центрально сжатого прямого стержня с упругой заделкой на одном конце и упругоподатливой опорой на другом. Частные случаи различного закрепления концов сжатых стержней..

##### **14. Лекция 14. Дифференциальное**

уравнение изгиба сжатоизогнутого стержня и его интеграл. Решение задачи методом начальных параметров. Частные случаи расчета балок при различных закреплениях концов и нагруженных продольной силой..

## **15. Лекция 15. Устойчивость рам и арок.**

Основные допущения. Метод перемещений. Уравнение устойчивости.

Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии.

## **16. Лекция 16. Общие сведения об**

устойчивости арок. Устойчивость круговой арки с произвольными граничными условиями и радиальной нагрузкой. Дифференциальное уравнение изгиба и его

решение. Уравнение устойчивости. Устойчивость круговых двухшарнирных и бесшарнирных арок при действии радиальной нагрузки. Об устойчивости параболических арок постоянного сечения с равномерно распределенной вертикальной нагрузкой..

## **Форма обучения очная. Семестр 7.**

**Объем дисциплины в семестре – 7 з.е. (252 часов)**

**Форма промежуточной аттестации – Экзамен**

**1. Модуль 1. Пространственные фермы. Лекция 1. Типы пространственных ферм. Расчетная схема.**

Виды опор. Способы образования и условия неизменяемости пространственных ферм. Анализ геометрической неизменяемости пространственных ферм.

Определение усилий в элементах пространственных ферм способом сечений, вырезания узлов, разложение системы на плоские фермы. Частные случаи равновесия пространственного узла. Решение прикладных задач строительной механики, используя теорию и методы фундаментальных наук.

**2. Часть 3. Основы расчета пространственных тонкостенных систем.**

**Модуль 2. Основы расчета пространственных тонкостенных систем.**

**Лекция 2. Основы метода конечного**

элемента (МКЭ) и его связь с вариационными принципами. Виды конечных элементов и способы их получения. Расчет стержневых систем МКЭ. Составление матриц жесткости элементов и их систем. Плоская задача и изгиб пластины.

Особенности использования компьютеров в расчетах по методу МКЭ. Технико-экономическое обоснование проектных решений..

**3. Теория расчета пластин и оболочек**

**Модуль 3. Раздел 1. Расчет пластин Лекция 3. Основные понятия и гипотезы. Классификация пластин.**

Перемещения и деформации в пластинке. Напряжения и внутренние усилия в пластинке и выражения их через прогибы. Дифференциальное уравнение изгиба пластины. Условия на контуре пластинки.

**4. Модуль 4. Расчет прямоугольных пластинок с использованием**

**тригонометрических рядов. Лекция 4. Прямоугольная пластинка. Решение Навье и Леви. Особенности**

расчета на изгиб ортотропных пластин. Применение одинарных и двойных тригонометрических рядов.

**5. Модуль 5. Вариационные методы решения задач по теории изгиба пластинок. Лекция 5. Об**

эффективности использования вариационных методов для решения дифференциальных уравнений. Методы Ритца-Тимошенко; Бубнова-Галеркина.

**6. Модуль 6. Устойчивость пластинок Самостоятельно Тема 1. Основные понятия об устойчивости. Методы,**

применяемые при исследовании. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластинки при действии поперечных нагрузок и сил, лежащих в ее срединной плоскости..

**7. Раздел 2. Расчет оболочек Модуль 7. Основные определения и гипотезы.**

**Классификация оболочек. Самостоятельно Тема 2. Некоторые сведения из теории поверхностей. Основные гипотезы теории оболочек. Классификация оболочек..**

## **8. Лекция 6. Основные уравнения**

оболочки произвольной формы: уравнения равновесия; геометрические уравнения теории оболочек; физические уравнения общей теории оболочек; граничные условия задачи; сводка основных уравнений теории оболочек..

## **9. Модуль 8. Безмоментная теория оболочек Лекция 7. Понятие о расчете оболочек по моментной и**

безмоментной теориям. Безмоментное напряженное состояние оболочек.

Основные уравнения безмоментной теории оболочек.

## **10. Лекция 8. Общие уравнения**

безмоментной теории оболочек вращения. Осесимметричная задача оболочек вращения. Безмоментная теория цилиндрических оболочек..

## **11. Модуль 9. Расчет оболочек вращения на осесимметричную нагрузку по**

**моментной теории. Лекция 9. Уравнения моментной теории оболочек вращения. Общие уравнения теории**

цилиндрических оболочек. Круговая цилиндрическая оболочка при осесимметричном нагружении..

## **12. Модуль 10. Пологие оболочки Лекция 10. Основные гипотезы и предпосылки теории**

пологих оболочек. Деформации пологой оболочки. Уравнения равновесия пологой оболочки.

Система уравнений пологой оболочки. Метод решения системы уравнений пологих оболочек. Граничные условия..

## **13. Модуль 11. Использование численных методов при расчете пластин и оболочек. Самостоятельно Тема 3. Решение различных задач при расчете пластин и оболочек с**

использованием различных программных комплексов: вычислительный комплекс для прочностного анализа конструкций методом конечных элементов, инженерное математическое программное обеспечение, графическая система для архитектурного и инженерного проектирования.

## **14. Модуль 12. О расчете оболочек на устойчивость и колебания. Лекция 11. Об устойчивости**

цилиндрических оболочек. Колебания оболочек..

## **15. Модуль 13. Динамика Сооружений. Лекция 12. Основные понятия динамики сооружений.**

Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений, понятие о степенях свободы системы. Свободные колебания системы с одной степенью свободы. Дифференциальные уравнения движения. Период и частота колебаний. Учет сил сопротивления. Свободные затухающие колебания. Дифференциальные уравнения системы и их решения.

## **16. Лекция 13. Вынужденные колебания**

системы с одной степенью свободы. Дифференциальные уравнения. Действие вибрационной нагрузки. Исследование динамических коэффициентов от вибрационной нагрузки. Явление резонанса. Учет сил сопротивления. Условный резонанс.

## **17. Лекция 14. Свободные колебания**

системы с конечным числом степеней свободы. Спектр частот и форм свободных колебаний, их свойства. Дифференциальные уравнения и их частные решения. Вековое уравнение..

## **18. Лекция 15. Ортогональность**

собственных (главных) форм колебаний. Разложение движения системы по формам собственных колебаний. Приближенные способы определения частот собственных колебаний. Энергетический способ. Определение частот в балке с распределенной нагрузкой. Определение частот колебаний балочной фермы.

## **19. Лекция 16. Вынужденные колебания**

системы с конечным числом степеней свободы. Канонические уравнения.

Вычисления инерционных сил от действия вибрационных сил  $P(t)=P\sin\omega t$ . Расчет

системы методом сил. Вычисление коэффициентов при неизвестных  $X$  и свободных членов. Определение перемещений и внутренних усилий при действии динамической нагрузки. Построение эпюр динамических моментов без учета собственного веса. Колебание системы с бесконечно большим числом степеней свободы. Расчет статически неопределимых рам на вибрационную нагрузку..

Разработал:  
доцент  
кафедры СК

Г.М. Бусыгина

Проверил:  
Декан СТФ

И.В. Харламов