

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.18 «Строительная механика»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **08.05.01
Строительство уникальных зданий и сооружений**

Направленность (профиль, специализация): **Строительство высотных и
большепролетных зданий и сооружений**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	И.К. Калько
Согласовал	Зав. кафедрой «»	
	руководитель направленности (профиля) программы	И.В. Харламов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-1	Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	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	Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением	ОПК-6.2	Выбирает состав и последовательность выполнения работ по проектированию здания в соответствии с техническим заданием на проектирование

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Высшая математика, Информационные технологии, Сопротивление материалов и основы теории упругости и пластичности, Теоретическая механика, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Железобетонные и каменные конструкции, Конструирование несущих металлических и деревянных систем, Конструкции из дерева и пластмасс, Металлические конструкции, Нелинейные задачи в строительной механике, Основания и фундаменты, Реконструкция зданий и сооружений, Сейсмическое строительство

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 16 / 576

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы
	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная	

		работы	занятия	работа	обучающегося с преподавателем (час)
очная	80	0	96	400	220

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 5

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	0	32	96	57

Лекционные занятия (16ч.)

1. Часть 1 Статически определимые стержневые системы

Модуль 1 Введение, кинематический анализ сооружений

Самостоятельно {лекция-пресс-конференция} (0,5ч.)[7] 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. 2. Лекция 1 {лекция-пресс-конференция} (1,5ч.)[7,8] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[7,8] 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 загрузке 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[3,7,8] 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. Лекция 4 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,8] Трехшарные системы. 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. Расчет ферм. Лекция 5 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,8] 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. Лекция 6 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,8] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,7,8] 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. Лекция 8 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[3,7,8] 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.

Практические занятия (32ч.)

1. Занятие 1 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Кинематический анализ. Примеры анализа геометрической структуры сооружений.
2. Занятие 2 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Построение линий влияния и определение усилий M и Q с помощью линий влияния
3. Занятие 3 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Невыгодное нагружение треугольной и полигональной линий влияния системой связанных подвижных сосредоточенных грузов.
4. Занятие 4 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Расчет многопролетных балок. Построение эпюр M и Q , определение усилий с помощью линий влияния.
5. Занятие 5 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Пример расчета трехшарнирной арки.
6. Занятие 6 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Линии влияния опорных реакций и усилий M , Q , N в арках
7. Занятие 7-8 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (4ч.)[3,8] Определение усилий в стержнях ферм. Примеры расчета.
8. Занятие 9 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Построение линий влияния усилий в стержнях ферм. Пример расчета
9. Занятие 9а {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Расчет трехшарнирных арочных ферм на неподвижную нагрузку. Разновидности арочных ферм. Сопоставление балочных и арочных ферм.
10. занятие 10-11 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (4ч.)[5,8] Особенности расчета гибких нитей. Понятие о висячих и вантовых системах и их расчете.
11. Занятие 12 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Определение перемещений в стержневых системах от внешней нагрузки
12. Занятие 13 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,8] Определение перемещений в стержневых системах от действия температуры и от осадки опор.
13. Занятие 14-15 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (4ч.)[2,3,8] Матричная форма определения перемещений.

Самостоятельная работа (96ч.)

1. Подготовка к лекционным занятиям {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (8ч.)[1,5,8] Подготовка к лекционным занятиям
2. Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным КО(22ч.)[1,5,8] Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным КО
3. Расчетное задание(30ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10] Расчетное задание
4. Подготовка к экзамену(36ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11] Подготовка к экзамену

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
32	0	32	116	76

Лекционные занятия (32ч.)

1. Часть 2. Статически неопределимые стержневые системы Модуль 1. Общая теория метода сил.

Лекция 1 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[2,6,8] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[2,4,6,8] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[1] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[1] 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. Модуль 2. Расчет статически неопределимых арок. Лекция 5 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,5,11] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,6,8,11] Бесшарнирная арка. Выбор основной системы. Определение положения упругого центра. Формула для определения лишних неизвестных. Построение эпюр M , Q , N . Проверка

правильности построения эпюры М.

7. Лекция 7 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,6,8,11] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,7,11] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,7,11] Статический способ вычисления реакций. Общий способ определения коэффициентов и свободных членов канонических уравнений. Проверка коэффициентов и свободных членов канонических уравнений. Построение эпюр М, Q, N. Проверка правильности расчета рамных систем методом перемещений.

10. Лекция 10 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[2,5,8] Использование симметрии. Групповые неизвестные. Понятие о расчете сложных рам. Матричная форма расчета рам методом перемещений.

11. Лекция 11 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[2,5,8] Сопоставление методов сил и перемещений. Основная система, неизвестные и канонические уравнения смешанного метода. Комбинированный способ расчета рам.

12. Часть 4. Динамика и устойчивость сооружений.

12. Модуль 5. Устойчивость сооружений Лекция 12 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,7,9] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,7,9] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,7,9] Дифференциальное уравнение изгиба сжатоизогнутого стержня и его интеграл. Решение задачи методом начальных параметров. Частные случаи расчета балок при различных закреплениях концов и загруженных продольной силой.

15. Лекция 15 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,7,9] Устойчивость рам и арок. Основные допущения. Метод перемещений. Уравнение устойчивости. Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии.

16. Лекция 16 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,7,9] 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.

Практические занятия (32ч.)

- 1. Занятие 1 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[3,5,8]** Решение прикладных задач строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук - расчет рам методом сил. Примеры расчета.
- 2. Занятие 2 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[2,4,5,8]** Расчет рам методом сил в матричной форме. Примеры расчета.
- 3. Занятие 3 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[1]** Расчет неразрезной балки. Использование уравнения трех моментов.
- 4. Занятие 4 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[1]** Расчет неразрезной балки методом фокусов.
- 5. Занятие 5 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,5,11]** Расчет статически неопределимых арок. Пример расчета.
- 6. Занятие 6 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,5,11]** Пример расчета параболической арки. Пример расчета статической неопределимой фермы.
- 7. Занятие 7 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,5,8]** Расчет рам методом перемещения. Пример расчета.
- 8. Занятие 8 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[2,4]** Расчет рам методом сил и перемещений в матричной форме. Примеры расчета.
- 9. Занятие 9 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[2,4,8]** Расчет рам смешанным методом. Примеры расчета.
- 10. Занятие 10 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,8]** Расчет на устойчивость стержневых систем с различными условиями закрепления сжатых элементов.
- 11. Занятие 11 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,9]** Использование метода начальных параметров для расчета балок при различных закреплениях концов и нагруженных продольной силой.
- 12. Занятие 12 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,9]** Расчет рам на устойчивость методом перемещений. Пример расчета.
- 13. Занятие 13 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,9]** Расчет на устойчивость круговых бесшарнирных, 2-х шарнирных, 3-х шарнирных арок
- 14. Занятие 14 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,9]** Расчет круглых колец под действием равномерно распределенной радиальной нагрузки.
- 15. Занятие 15 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,9,11]** Расчет на устойчивость параболических арок постоянного сечения с равномерно распределенной нагрузкой.

16. Занятие 16 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[2,4,6,9,11] Расчет арок и ферм в матричной форме

Самостоятельная работа (116ч.)

1. Подготовка к лекционным занятиям {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (35ч.)[1,2,3,6,7,8,9,11] Подготовка к лекционным занятиям

2. Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным контрольным опросам(45ч.)[1,2,3,5,6,7,8,9,10] Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным контрольным опросам

3. Подготовка к экзамену в период сессии(36ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11] Подготовка к экзамену в период сессии

Семестр: 7

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 7 / 252

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
32	0	32	188	87

Лекционные занятия (32ч.)

1. 1.Модуль 1. Пространственные фермы. Лекция 1 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,8] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,7,8] 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 использование компьютеров в расчетах по методу МКЭ. Технико-экономическое обоснование проектных решений.

3. Теория расчета пластин и оболочек

3.Модуль 3. Раздел 1. Расчет пластин Лекция 3 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,6,10] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,6,10] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,6,7,10] Об эффективности использования вариационных методов для решения дифференциальных уравнений. Методы Ритца-Тимошенко; Бубнова-Галеркина.

6. Модуль 6. Устойчивость пластинок Самостоятельно Тема 1 {лекция-пресс-конференция} (0,ч.)[4,7,10] 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 {лекция-пресс-конференция} (0,ч.)[7] Некоторые сведения из теории поверхностей. Основные гипотезы теории оболочек. Классификация оболочек.

8. Лекция 6 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,7,10] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,7,10] Понятие о расчете оболочек по моментной и безмоментной теориям. Безмоментное напряженное состояние оболочек. Основные уравнения безмоментной теории оболочек.

10. Лекция 8 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,7,10] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,7,10] Уравнения моментной теории оболочек вращения. Общие уравнения теории цилиндрических оболочек. Круговая цилиндрическая оболочка при осесимметричном загрузении.

12. Модуль 10. Пологие оболочки Лекция 10 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,7,10] 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 {лекция-пресс-конференция} (0,ч.)[1,3,7,8] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,10] Об устойчивости цилиндрических оболочек. Колебания оболочек.

15. Модуль 13. Динамика Сооружений. Лекция 12 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,6,10] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,7,9] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,7,9] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,7,9] 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,7,9] 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.

Практические занятия (32ч.)

1. Занятие 1 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,7] Пример расчета пространственной фермы.

2. Занятие 2 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,7] Пример расчета пространственной фермы. Расчет купола Шведлера.

3. Занятие 3 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула}

(2ч.)[6,7,10,11] Примеры изгиба пластин: цилиндрический изгиб пластины; чистый изгиб пластины. Круглая плита заделана по контуру.

4. Занятие 4 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[2,6,7] Использование двойных и одинарных тригонометрических рядов

5. Занятие 5 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,7,10] Примеры решения задачи методами Ритца -Тимошенко; Бубнова-Галеркина.

6. Занятие 6 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,7] Примеры решения задачи методом КЭ.

7. Занятие 7 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,7,10] Расчет сферической оболочки и оболочек вращения по безмоментной теории.

8. Занятие 8 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,7,10,11] Расчет цилиндрических оболочек по безмоментной теории.

9. Занятие 9 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,7,10,11] Расчет цилиндрических резервуаров на действие ветровой нагрузки.

10. Занятие 10 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,7,11] Расчет куполов по безмоментной теории

11. Занятие 11 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,7,11] решение пологих оболочек, пластин с использованием программных комплексов SCAD, MathCAD, Plastina

12. Занятие 12 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,7,9] Определение круговых частот, периода собственных колебаний, технической частоты для балок, рам. Пример расчета стержневой системы на действие удара.

13. Занятие 13 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[7,9] Пример. Определение частот собственных колебаний системы с несколькими степенями свободы с использованием векового уравнения. Динамический расчет стержневых систем с одной степенью свободы.

14. Занятие 14 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[7,9] Пример определения частоты собственных колебаний балки, с распределенной массой, используя точное и приближенное уравнение упругой линии.

15. Занятие 15 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,7,9] Определение частот в балке с распределенной нагрузкой (Энергетический способ). Определение частот колебаний в балочной ферме.

16. Занятие 16 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,7,9] Пример - динамический расчет стержневой системы на действие вибрационной нагрузки методом сил.

Примечание: На всех практических занятиях студентам подробно объясняется выполнение каждого расчетного задания, составляется подробный план выполнения задания, рассматриваются подробные примеры.

Самостоятельная работа (188ч.)

- 1. Подготовка к лекционным занятиям {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (55ч.)**[6,7,9,10,11] Подготовка к лекционным занятиям
- 2. Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным контрольным опросам(97ч.)**[6,7,9,10,11] Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным контрольным опросам
- 3. Подготовка к экзамену в период сессии(36ч.)**[6,7,9,10,11] Подготовка к экзамену в период сессии

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Калько, И.К. Расчет неразрезных балок [Текст]: Учебное пособие /Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011.-91с. (47 экз.)
2. Калько И.К. Расчет статически неопределимых систем в обычной и матричной форме с использованием системы MathCAD [Текст]: Учебное пособие/ И.К. Калько, Ю.И. Колмогоров - Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011. – 204 с.(50 экз.)
3. Калько, И.К. Расчет стержневых систем. Часть 1 Статические определимые системы. Расчет нераз-резных балок [Текст]: Учебное пособие / И. К. Калько; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – 80 с. (29 экз.)
4. Калько, И.К. Расчет стержневых систем. Часть 2 Статически неопределимые системы. Динамика и устойчивость сооружений [Текст]: учебное пособие/ И. К. Калько; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова -Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014.-95 с. (25 экз.)

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

5. Калько, И.К. Расчет стержневых систем [Электронный ресурс]: Ч. 1: Статически определимые системы. Расчет неразрезных балок: учебное пособие [для студентов АлтГТУ, обучающихся по направлениям и специальностям укрупненной группы 08.00.00 "Техника и технология строительства"] / И.К. Калько; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014.- 80 с.

Прямая ссылка: <http://elib.altstu.ru/eum/download/sadia/Kalko-rasst1.pdf>

6. Калько, И.К. Расчет стержневых систем [Электронный ресурс]: Ч. 2:

Статически неопределимые системы. Динамика и устойчивость сооружений: учебное пособие [для студентов АлтГТУ, обучающиеся по направлениям и специальностям укрупненной группы 08.00.00 "Техника и технология строительства"] / И.К. Калько; АлтГТУ. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014.-95 с.

Прямая ссылка: <http://elib.altstu.ru/eum/download/sadia/Kalko-rasst2.pdf>

7. Шапошников, Н.Н. Строительная механика: учебник /Н.Н. Шапошников, Р.Е. Кристалинский. А.В. Дарков; Под общей редакцией. Н.Н. Шапошникова.- 14-е изд., Санкт -Петербург: Лань, 2018.-692 с. - ISBN 978 - 5 - 8114 - 0576 -3. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система.

URL: <https://e.lanbook.com/book/105987>

6.2. Дополнительная литература

8. Клейн, Г.К. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механике (статика стержневых систем) [Текст]/ Г. К. Клейн, Н.Н. Леонтьев, М.Г. Ванюшенков, Р.Ф. Габбасов, Л.И. Кошелев, Л.П. Портаев, А.С. Яковлев [Текст] - Высшая школа, 1980.-384 с. (47 экз.)

9. Клейн, Г.К. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (основы теории устойчивости, динамики сооружений и расчета пространственных систем) [Текст]/Г.К. Клейн, В.Г. Рекач, Г.И. Розенблат [Текст]- Высшая школа, 1972.-320 с. (63 экз.)

10. Александров, А.В. Основы теории упругости и пластичности [Текст] / А.В. Александров, В.Д. Потапов.- М.: Высшая школа, 1990- 400 с. (29 экз.)

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

11. Лекции по строительной механике с примерами решения задач: <http://www.stroitmeh.ru/lect.html>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

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

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».