

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан СТФ

И.В. Харламов

## **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**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	И.К. Калько
Согласовал	Зав. кафедрой «САДиА»	Г.С. Меренцова
	руководитель направленности (профиля) программы	И.В. Харламов

г. Барнаул

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

### **Самостоятельная работа (96ч.)**

- 1. Подготовка к лекционным занятиям {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (8ч.)[1,5,7]** Подготовка к лекционным занятиям
- 2. Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным КО(22ч.)[1,5,7]** Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным КО
- 3. Расчетное задание(30ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9]** Расчетное задание
- 4. Подготовка к экзамену(36ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]** 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.)[2,6,7]** 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.)[2,4,6,7]** 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.)[1,3,7]** 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.)[1,2,3,7,10]** 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.)[1,2,4,5,10]** 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.)[4,6,7,10]** Бесшарнирная арка. Выбор основной системы. Определение положения упругого центра. Формула для



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

**7. Лекция 7 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,6,7,10]** 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.)[2,6,10]** 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.)[6,7,10]** 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[2,5,7]** Использование симметрии. Групповые неизвестные. Понятие о расчете сложных рам. Матричная форма расчета рам методом перемещений.

**11. Лекция 11 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[2,5,7]** 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.)[4,8]** 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.)[4,8]** 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.)[4,8]** 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 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,8]** Устойчивость рам и арок. Основные допущения. Метод перемещений. Уравнение устойчивости. Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии.

**16. Лекция 16 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,8]** 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.)[3,5,7]** 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.)[2,4,5,7]** Расчет рам методом сил в матричной форме. Примеры расчета.
- 3. Занятие 3 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[1,2,7]** Расчет неразрезной балки. Использование уравнения трех моментов.
- 4. Занятие 4 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[1,5,6,7]** Расчет неразрезной балки методом фокусов.
- 5. Занятие 5 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,5,10]** Расчет статически неопределимых арок. Пример расчета.
- 6. Занятие 6 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,5,10]** Пример расчета параболической арки. Пример расчета статической неопределимой фермы.
- 7. Занятие 7 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,5,7]** 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.)[2,4,7]** Расчет рам смешанным методом. Примеры расчета.
- 10. Занятие 10 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,7,8]** Расчет на устойчивость стержневых систем с различными условиями закрепления сжатых элементов.
- 11. Занятие 11 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,8]** Использование метода начальных параметров для расчета балок при различных закреплениях концов и загруженных продольной силой.
- 12. Занятие 12 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,8]** Расчет рам на устойчивость методом перемещений. Пример расчета.
- 13. Занятие 13 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,8]** Расчет на устойчивость круговых бесшарнирных, 2-х шарнирных, 3-х шарнирных арок
- 14. Занятие 14 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,8]** Расчет круглых колец под действием равномерно распределенной радиальной нагрузки.
- 15. Занятие 15 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,6,8,10]** Расчет на устойчивость параболических арок постоянного сечения



с равномерно распределенной нагрузкой.

**16. Занятие 16 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[2,4,6,8,10]** Расчет арок и ферм в матричной форме

### **Самостоятельная работа (116ч.)**

**1. Подготовка к лекционным занятиям {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (35ч.)[1,2,3,6,7,8,10]** Подготовка к лекционным занятиям

**2. Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным контрольным опросам(45ч.)[1,2,3,5,6,7,8,9]** 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]** 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.)[7,8,10,12]** 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.)[5,7,12]** 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.)[4,6,8,9]** 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.)[4,6,8,9]** 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.)[4,6,8,9,11]** 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.)[4,8,9]** 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.)[9]** Некоторые сведения из теории поверхностей. Основные гипотезы теории оболочек. Классификация оболочек.

**8. Лекция 6 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,8,9]** 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.)[6,8,9]** 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.)[6,8,9]** 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.)[6,8,9]** Уравнения моментной теории оболочек вращения. Общие уравнения теории цилиндрических оболочек. Круговая цилиндрическая оболочка при осесимметричном нагружении.

**12. Модуль 10. Пологие оболочки Лекция 10 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[6,8,9]** 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.)[1,3,7,8,12]** 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.)[6,8,9]** Об устойчивости цилиндрических оболочек. Колебания оболочек.

**15. Модуль 13. Динамика Сооружений. Лекция 12 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,6,8]** 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.)[4,8]** 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.)[4,8]** 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.)[4,8]** 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.)[4,8]** 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.)[6,8,9,10]** Пример расчета пространственной фермы.

**2. Занятие 2 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,8]** Пример расчета пространственной фермы. Расчет купола Шведлера.

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

(2ч.)[6,9,10,12] 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] Использование двойных и одинарных тригонометрических рядов

5. Занятие 5 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,9,12] Примеры решения задачи методами Ритца -Тимошенко; Бубнова-Галеркина.

6. Занятие 6 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[4,12] Примеры решения задачи методом КЭ.

7. Занятие 7 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,9,12] Расчет сферической оболочки и оболочек вращения по безмоментной теории.

8. Занятие 8 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,9,10,12] Расчет цилиндрических оболочек по безмоментной теории.

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

10. Занятие 10 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,10,12] Расчет куполов по безмоментной теории

11. Занятие 11 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,10,12] решение пологих оболочек, пластин с использованием программных комплексов SCAD, MathCAD, Plastina

12. Занятие 12 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[6,8] 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.)[8] 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.)[8] 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.)[4,8] 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.)[4,8] 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.)[6,8,9,10]** Подготовка к лекционным занятиям
- 2. Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным контрольным опросам(97ч.)[6,8,9,10]** Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным контрольным опросам
- 3. Подготовка к экзамену в период сессии(36ч.)[6,8,9,10]** 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 Статически 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>

## 6.2. Дополнительная литература

7. 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.)

8. 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. (60 экз.)

9. 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

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

11. При выполнении расчетных заданий по строительной механике студенты используют различные программные комплексы: MathCAD, SCAD, AutoCAD-6, Plactina, Arka- последние две программы разработаны на кафедре САДиА и утверждены.

Для оценки учебной работы студента используется рейтинговая система оценки в соответствии с действующей в АлтГТУ положением о модульно-рейтинговой системе квалиметрии учебной деятельности студентов.

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

12. «Строительная механика» (спецкурс). Семенов А.А., Старцева Л.В., Маляренко А.А., Порываев И.А.Применение ПК SCAD Office для решения задач динамики и устойчивости стержневых систем. Учебное пособие. М.: Издательство СКАД СОФТ, Издательство Дом АСВ, 2016. - 255 стр. <http://aodw.ru/literatura/stroitelnaia-mekhanika-spetckurs>

## 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.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

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

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
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».