

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

**СОГЛАСОВАНО**

Декан СТФ  
Харламов

И.В.

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: Б1.В.2 «Строительная механика»

Код и наименование направления подготовки (специальности): 08.03.01  
Строительство

Направленность (профиль, специализация): Промышленное и гражданское  
строительство

Статус дисциплины: часть, формируемая участниками образовательных  
отношений

Форма обучения: заочная

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	И.К. Калько
Согласовал	Зав. кафедрой «СМиАД»	Г.И. Овчаренко
	руководитель направленности (профиля) программы	В.Н. Лютов

г. Барнаул

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

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения	ПК-3.1	Применяет методики, инструменты, средства выполнения натурных обследований, мониторинга объекта проектирования для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов
		ПК-3.2	Формулирует критерии анализа результатов натурных обследований и мониторинга в соответствии с выбранной методикой для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов
		ПК-3.3	Представляет и защищает результаты обследований и мониторинга для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в установленной форме

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Основы технической механики, 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, Инженерная геодезия, Конструкции из дерева и пластмасс, Металлические конструкции, Обследование зданий и сооружений, Основания и фундаменты, Сейсмостойкое строительство, Спецкурс по проектированию оснований и фундаментов

## 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: 7 / 252**

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	10	0	14	228	33

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

**Форма обучения: заочная**

**Семестр: 4**

**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	
6	0	8	130	19

**Лекционные занятия (6ч.)**

**1. Введение, кинематический анализ сооружений с учетом производства работ по инженерно–техническому проектированию объектов градостроительной деятельности. {лекция-пресс-конференция} (1ч.)[1,3] Строительная механика, ее методы и задачи. Краткий исторический очерк развития строительной механики и ее современное значение. Роль в развитии строительной механики российских ученых и инженеров. Понятие о методах расчета сооружений и расчетной схеме сооружения с учетом производства работ по инженерно–техническому проектированию объектов градостроительной деятельности . 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. Влияние вычислительной техники на выбор расчет-ных схем. Цель кинематического анализа. 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.**

**2. Лекция 1. Основные методы расчета плоских статически определимых систем при подвижной нагрузке с учетом инженерно-технического проектирования объектов . {лекция-пресс-конференция} (1ч.)[5] 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. Неблагоприятное нагружение треугольной и полигональной линий влияния системой связанных подвижных сосредоточенных грузов.**

**Проведение расчётного обоснования и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского**

назначения.

3. Лекция 2 {лекция-пресс-конференция} (1ч.)[5] Статический метод определения усилий в стержнях фермы от неподвижной нагрузки способом моментной точки, проекций и вырезания узлов с учетом производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности. Частные случаи равновесия узлов. Расчет ферм на вне узловую нагрузку. Расчет составных ферм, расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций. Понятие о шпренгельных фермах.

4. Лекция 3 . Основные теоремы упругих систем и общие методы определения перемещений в стержневых системах с учетом производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности {лекция-пресс-конференция} (1ч.)[5] 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. 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.

5. Лекция 4 Общая теория метода сил с учетом производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[3,5] Статическая неопределимые системы и их свойства. Степень статической неопределимости. Основная система. Канонические уравнения метода сил. Расчет статически неопределимых систем на действие температуры и перемещения опор.

#### Практические занятия (8ч.)

1. Практические занятия. {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (1ч.)[5] Кинематический анализ с учетом инженерно-технического проектирования объектов. Примеры анализа геометрической структуры сооружения.

1. Занятие 1 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (1ч.)[2,5] Построение линий влияния и определение усилий  $M$  и  $Q$  с помощью линий влияния с учетом инженерно-технического проектирования объектов с учетом инженерно-технического проектирования объектов. Пример расчета трехшарнирной арки.

3. Занятие 2 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[2,5] Критерии анализа результатов натурных обследований и мониторинга для определения усилий в стержнях ферм. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм. Пример расчета, расчетное обоснование

и конструирование строительных конструкций.

4. Занятие 3 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[2,5] Критерии анализа результатов натурных обследований и мониторинга для определения перемещений в стержневых системах от внешней нагрузки.

5. Занятие 4 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (2ч.)[2,5] Критерии анализа результатов натурных обследований и мониторинга для определения перемещений в стержневых системах от действия температуры и от осадки опор.

### Самостоятельная работа (130ч.)

1. Подготовка теоретического материала {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (40ч.)[2,4,5] 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  $Q$ . Трехшарные системы. Основные сведения о трехшарнирных системах с учетом инженерно-технического проектирования объекта. 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. Расчет неразрезных балок методом фокусов с учетом инженерно-технического проектирования объектов. Фокусные точки и фокусные отношения. Применение моментных фокусных отношений к построению эпюр. Неблагоприятное нагружение. Объемлющие эпюры изгибающих моментов. 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.

Расчет неразрезных балок с учетом производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности. Общие сведения о неразрезных балках. Выбор основной системы. Уравнения трех моментов как частный случай канонических уравнений метода сил. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.

2. Подготовка материала к решению практических задач {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (36ч.)[2,4,5]

3. Выполнение контрольной работы. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (41ч.)[2,4,5]

4. Защита контрольной работы.(4ч.)[2,4,5]

5. Подготовка и сдача экзамена(9ч.)[2,4,5]

### Семестр: 5

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

## Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
4	0	6	98	14

### Лекционные занятия (4ч.)

1. Лекция 1 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[3,9] Устойчивость прямых сжатых стержней с учетом инженерно-технического проектирования объектов . Устойчивость центрально сжатого прямого стержня с упругой заделкой на одном конце и упруго податливой опорой на другом. Дифференциальное уравнение изгиба сжатоизогнутого стержня и его интеграл. Решение задачи методом начальных параметров. Основные допущения. Метод перемещений. Уравнение устойчивости. Использование симметрии. Проведение расчетного обоснования и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.
2. Лекция 2 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[3,5,9] Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Дифференциальные уравнения. Критерии анализа результатов натурных обследований и мониторинга для определения действия вибрационной нагрузки. Исследование динамических коэффициентов от вибрационной нагрузки. Явление резонанса. Учет сил сопротивления. Условный резонанс.

### Практические занятия (6ч.)

1. Занятие 1 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (1ч.)[3,8] Расчет рам методом сил с учетом производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности. Примеры расчета, расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.
2. Занятие 2 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (1ч.)[1,3,5,9] Расчет рам методом перемещения с учетом производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности. Пример расчета. Расчет рам смешанным методом. Примеры расчета, расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.
3. Занятие 3 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (1ч.)[3,5,9] Частные случаи различного закрепления концов сжатых стержней с учетом инженерно-технического проектирования объектов. Расчет рам на устойчивость методом перемещений. Пример расчета, расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и

сооружений промышленного и гражданского назначения.

4. Занятие 4 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (1ч.)[1,3,5,9] Расчет на устойчивость круговых бесшарнирных, 2-х шарнирных, 3-х шарнирных арок и круглых колец под действием равномерно распределенной радиальной нагрузки с учетом инженерно-технического проектирования объектов. Расчет на устойчивость параболических арок постоянного сечения с равномерно распределенной нагрузкой.

5. Занятие 5 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (1ч.)[3,9] Критерии анализа результатов натурных обследований и мониторинга для определения круговых частот, периода собственных колебаний, технической частоты для балок, рам. Пример расчета стержневой системы на действие удара.

6. Занятие 6 {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (1ч.)[3,5,9] Пример - динамический расчет стержневой системы на действие вибрационной нагрузки методом сил. Определение частот собственных колебаний системы с несколькими степенями свободы с использованием векового уравнения с учетом производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности.

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

#### Самостоятельная работа (98ч.)

1. Самостоятельное изучение материала. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (15ч.)[1,3,5,8,9] 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. 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. Бесшарнирная арка Выбор основной системы. Критерии анализа результатов натурных обследований и мониторинга для определения положения упругого центра. Формула для определения лишних неизвестных. Построение эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Проверка правильности построения эпюры  $M$ . Статическая неопределимость фермы. Предварительное определение размеров сечений стержней. Определение усилий от  $n$  Сущность метода перемещений и основные допущения. Неизвестные и основная система в методе перемещения. Определение числа неизвестных метода перемещений. 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 и смешанным методом. Использование

симметрии. Групповые неизвестные. Основная система, неизвестные и канонические уравнения смешанного метода. Комбинированный способ расчета рам. еподвижной нагрузки.

2. Самостоятельное изучение материала. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (15ч.)[1,3,5,8,9] Проверка правильности расчета статически неопределимой фермы. Типы пространственных ферм. Расчетная схема. Виды опор. Способы образования и условия неизменяемости пространственных ферм. Анализ геометрической неизменяемости ферм. Определение усилий в элементах пространственных ферм способами сечений, вырезания узлов, разложения системы на плоские фермы. частные случаи равновесия пространственного узла. 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.

3. Самостоятельное изучение материала. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (15ч.)[1,5,7] Общие сведения об устойчивости арок с учетом инженерно-технического проектирования объектов. 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. Расчет устойчивости круглого кольца при радиальной нагрузке. Об устойчивости параболических арок постоянного сечения с равномерно распределенной вертикальной нагрузкой. Основные понятия динамики сооружений. Динамические нагрузки и их особенности. Силы инерции. Задачи и методы динамики сооружений, понятие о степенях свободы системы. Свободные и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Дифференциальные уравнения движения. Период и частота колебаний. Учет сил сопротивления при производстве работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности . Свободные затухающие колебания. Дифференциальные уравнения системы и их решения. Свободные колебания системы с конечным числом степеней свободы с учетом производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности . Спектр частот и форм свободных колебаний, их свойства. Дифференциальные уравнения и их частные решения. Вековое уравнение. Орто-гональность собственных (главных) форм колебаний. Разложение движения системы по формам собственных колебаний.

4. Самостоятельное изучение материала. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (15ч.)[1,3,7,9] Приближенные способы определения частот собственных колебаний. Энергетический способ. Определение частот в балке с распределенной



нагрузкой. Критерии анализа результатов натурных обследований и мониторинга для определения частот колебаний балочной фермы. Вынужденные колебания системы с конечным числом степеней свободы с учетом производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности. Канонические уравнения. Вычисления инерционных сил от действия ви-брационных 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 на-грузки. Построение эпюр динамических моментов без учета собственного веса. Колебание системы с бесконечно большим числом степеней свободы. Расчет статически неопределимых рам на вибрационную нагрузку.

5. Выполнение контрольной работы {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (30ч.) [1,3,5,8,9]
6. Защита контрольной работы.(4ч.) [1,2,3,4,5,6,7,8,9]
7. Подготовка и сдача зачета(4ч.) [1,2,3,4,5,6,7,8,9]

## 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 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.-204с. (50 экз.)

2. Калько И.К. Расчет стержневых систем. Часть 1 Статически определимые системы. Расчет неразрезных 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.)

3. Калько, И.К. Расчет стержневых систем. Часть 2 Статически неопре-делимые системы. Динамика и устойчивость сооружений [Текст]: учеб-ное пособие/ И. К. Калько; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова -Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014.-95 с. (25 экз.)

4. Калько, И.К. Расчет неразрезных балок [Текст]: учебное пособие/ Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011. - 91с. (47экз.)

## 6. Перечень учебной литературы

## 6.1. Основная литература

5. Шапошников, Н.Н. Строительная механика: учебник /Н.Н. Шапошников, Р.Е. Кристалинский. А.В. Дарков; под общей. редакцией Н.Н. Шапошникова. - 14-е изд., стер. - Санкт -Пеетербург: Лань, 2018. - 692 с. - ISBN 978 - 5 - 8114 - 0576 - 3. - Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105987>

6. 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/Kalkorasst1.pdf>

7. 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/Kalkorasst2.pdf>

## 6.2. Дополнительная литература

8. Васильков Г.В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений: учебное пособие/ Г.В. Васильков, З.В. Буйко. - СПб.: Издательство: «Лань», 2013. - 256 с. Ссылка: <https://e.lanbook.com/book/5110#book name>

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

9. «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.

### 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	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. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

### 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».