

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.Б.18 «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»**

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 (базовая)**

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 планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-6	использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	способность выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать их для решения соответствующий физико-математический аппарат	выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать их для решения соответствующий физико-математический аппарат	способностью выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать их для решения соответствующий физико-математический аппарат
ОПК-7	способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	основные свойства и показатели строительных материалов, применяемых при строительстве уникальных зданий и сооружений	использовать основные свойства и показатели строительных материалов, применяемые при строительстве уникальных зданий и сооружений	знанием основных свойств и показателей строительных материалов, применяемых при строительстве уникальных зданий и сооружений
ПК-9	знанием основных свойств и показателей строительных материалов, применяемых при строительстве уникальных зданий и сооружений	использование основных законов естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	способностью использование основных законов естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты	Математика, Сопротивление материалов, Теоретическая механика, Физика
---	--

освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Динамика и устойчивость сооружений, Строительная механика, Теория расчета пластин и оболочек

**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: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	17	0	51	40	74

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

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 5**

**Лекционные занятия (17ч.)**

**1. Раздел 1. Основные уравнения теории упругости. Модуль 1. Введение, теория напряжений.**

**Самостоятельно {лекция-пресс-конференция} (0,5ч.)[5,6,8]** Общие сведения. Краткий исторический очерк развития теории упругости и пластичности. Основные допущения. Силы и напряжения. Правило знаков для напряжений. Использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

**2. Лекция 1 {лекция-пресс-конференция} (1,5ч.)[5,6,8]** Дифференциальные уравнения равновесия твердого тела (уравнения Навье Коши). компоненты напряжений на наклонной площадке. Главные напряжения и его инварианты. Понятие о тензоре напряжений. Применение методов математического анализа и

математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

### **3. Модуль 2. Теория деформаций.**

**Лекция 2 {лекция-пресс-конференция} (1ч.)[5,6,8]** Теория деформаций. Выражение компонентов деформации через перемещения- уравнения Коши. Понятие о тензоре деформации. Уравнение неразрывности деформации, уравнения Сен-Венана. Естественнонаучная сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечение соответствующего физико-математического аппарата

### **4. Модуль 3. Зависимость между напряжениями и деформациями.**

**Лекция 3 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,6,8]** Основные уравнения равновесия упругого изотропного тела в перемещениях. Уравнения Ламе. Зависимость между нормальными напряжениями и линейными деформациями; между касательными напряжениями и сдвигами. Выражение напряжений через деформации

### **5. Модуль 4. Решение задач теории упругости.**

**Самостоятельно {лекция-пресс-конференция} (0,5ч.)[5,6,8]** Решение задач теории упругости: в напряжениях; перемещениях. Преобразование основных уравнений теории упругости к другим переменным. Уравнение Бельтрами.

### **6. Раздел 2. Плоская задача теории упругости**

#### **Модуль 5. Плоская задача в декартовых координатах**

**Лекция 4 {лекция-пресс-конференция} (1,5ч.)[5,6,8]** Плоская деформация. Обобщенное плоское напряженное состояние. Решение плоской задачи в напряжениях. Преобразование уравнения неразрывности к напряжениям. Введение функции напряжений. Бигармоническое уравнение плоской задачи.

**7. Лекция 5 {лекция-пресс-конференция} (1ч.)[5,6,8]** Методы решения плоской задачи для прямоугольных односвязных областей. Основные уравнения. Решение с помощью функции напряжений. Определение произвольных коэффициентов. Определение перемещений. Обоснование принципа Сен-Венана.

**8. Самостоятельно {лекция-пресс-конференция} (0,5ч.)[5]** Метод последовательных приближений. О возможности достижения точного решения в приближении конечного порядка

#### **9. Модуль 6. Плоская задача в полярных координатах.**

**Самостоятельно {лекция-пресс-конференция} (0,5ч.)[5,6]** Уравнение плоской задачи в полярных координатах. Дифференциальные уравнения равновесия. Перемещения и деформации. Уравнения неразрывности. Функция напряжений. Зависимость между напряжениями и деформациями. Решение для случая, когда напряжения не зависят от полярного угла.

### **10. Раздел 3. Прикладная теория упругости**

#### **Модуль 7. Изгиб пластинок.**

**Лекция 6 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,6]** Классификация пластинок. Основные геометрические гипотезы Киргофа. Основное дифференциальное уравнение изгиба пластинки в прямоугольных координатах (Уравнение Софи-Жермен-Лагранжа)

**11. Самостоятельно {лекция-пресс-конференция} (0,5ч.)[5,8]** Граничные условия для разных случаев закрепления краев пластинки. Определение изгибающих, крутящих моментов и поперечных сил через прогиб пластинки. Простейшие случаи решения дифференциального уравнения пластинки. Эллиптическая пластинка, заделанная по контуру

**12. Самостоятельно {лекция-пресс-конференция} (0,5ч.)[5,8]** Изгиб прямоугольной пластинки, шарнирно опертой по контуру, со сплошной нагрузкой (решение в двойных тригонометрических рядах - решение Навье). Общий порядок решения. Сплошная равномерно распределенная нагрузка. Решение акад. Б.Г. Галеркина.

### **13. Модуль 8. Устойчивость пластинок**

**Самостоятельно {лекция-пресс-конференция} (0,5ч.)[5,8]** Вариационные методы задач по теории изгиба пластинок путем приведения основного уравнения к системе линейных алгебраических уравнений.

**14. Самостоятельно {лекция-пресс-конференция} (0,5ч.)[5,8]** Метод Бубнова-Галеркина. Прямоугольная пластинка, жестко заделанная на всех четырех сторонах под действием равномерно распределенной нагрузки.

### **15. Раздел 4. Основы теории пластичности**

#### **Модуль 9. Теория малых упруго-пластических деформаций**

**Лекция 8 {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,6]** Понятие о двух различных постановках задачи пластичности: изучение всего процесса деформирования тел; определение несущей способности тела. Основные зависимости, связанные с напряжениями и деформациями при одноосном и объемном напряженном состоянии.

**16. Лекция 9 {лекция-пресс-конференция} (1ч.)[5,6]** Условие пластичности (Сен-Венана и Мизеса). Понятие о назначении теорий пластичности. Простое нагружение. Активная и пассивная деформации. Теория малых упруго-пластических деформаций. Основные свойства и показатели строительных материалов, применяемых при строительстве уникальных зданий и сооружений

### **17. Раздел 5. Основы теории ползучести**

#### **Модуль 10. Основные уравнения теории ползучести.**

**Лекция 10 {лекция-пресс-конференция} (1ч.)[6]** Простейшие модели упруго-вязкого тела. Дифференциальные зависимости деформаций моделей от их напряжений. Материалы, свойства которых изменяются во времени.

#### **Практические занятия (51ч.)**

**1. Занятие 1-2 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[3,8]** Полуобратный метод. Решение в полиномах.

**2. Занятие 3 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[8]** Чистый изгиб. Изгиб консоли, приложенной на конце

**3. Занятие 4 {с элементами электронного обучения и дистанционных**

**образовательных технологий} (2ч.)[3,8]** Изгиб опертой по концам балки при равномерно распределенной нагрузке

**4. занятие 5-6. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[5,8]** Решение плоской задачи при помощи тригонометрических рядов. Изгиб опертой по концам балки нагрузкой, изменяющей по любому закону.

**5. Занятие 7-9 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (6ч.)[8]** Определение напряжений в полосе, используя метод последовательных приближений

**6. Занятие 10 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[8]** О возможности достижения в приближении конечного порядка

**7. Занятие 11-12 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[2,4,8]** Расчет круглой пластинки заделанной по контуру

**8. Занятие 13-14 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[5,6]** Расчет прямоугольной пластинки свободно опертой по контуру, двойные тригонометрические ряды

**9. Занятие 15-18 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (8ч.)[4,8]** Расчет пластинки методом Бубнова-Галеркина.

**10. Занятие 19-20 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[5,6,8]** Изгиб прямоугольной пластинки, шарнирно опертой по контуру, со сплошной нагрузкой (решение Навье). Общий порядок решения. Решение акад. Б.Г. Галеркина.

**11. Занятие 21 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[4,5,8]** Расчет пластинки методом конечных разностей.

**12. Занятие 22-23 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[4,8]** Расчет прямоугольной пластинки, жестко заделанной на всех четырех сторонах под действием равномерно распределенной нагрузкой, используя метод Бубнова-Галеркина.

**13. Занятие 24 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (3ч.)[2,9]** Расчет пластинок при различных способах опирания по контуру, за-гружения и использования при расчете пластинок систему MathCAD и программу Plactina.

**14. Занятие 25 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[6]** Примеры решения задач пластичности

#### **Самостоятельная работа (40ч.)**

**1. Подготовка к лекционным занятиям {ПОПС (позиция, обоснование, пример, следствие) - формула} (4,25ч.)[2,9]** Подготовка к лекционным занятиям



**2. Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным контрольным опросам(12,75ч.)[2,8]** Подготовка к практическим занятиям и к двум письменным контрольным опросам

**3. Контрольные работы №1 и №2(20ч.)[2,8]** Контрольные работы №1 и №2

**4. Подготовка к зачету(3ч.)[2,3,4,5,6,8,9]** Подготовка к зачету

## **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:

2. 8. 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.)

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

3. 1.Теория упругости. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ И.В. Ледовской [и др.].Электрон. текстовые данные.- СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.-83 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19045/>- ЭБС "IPRbooks", по паролю

4. 2. Прокопьев, В.И. Решение строительных задач в SCAD OFFICE [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Прокопьев В.И.- Электрон. текстовые данные.-М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.- 63 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30788/>- ЭБС "IPRbooks", по паролю

### **6.2. Дополнительная литература**

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

6. 4. Безухов, Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести [Текст]/ Н.И. Безухов. - М.: Высшая школа, 1968- 512 с. (25 экз.)

8. 6. Самуль, В.И. Основы теории упругости и пластичности [Текст] / В.И. Самуль. - М.: Высшая школа, 1982- 264 с. (41 экз.)

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

9. Теория упругости: <https://www.studmed.ru/science/mehanika/rigid/teoriya->

uprugosti

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

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролируемых 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 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**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
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».