

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Теория упругости с основами теории пластичности  
и ползучести»

#### **Специальность**

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

**Основная профессиональная образовательная программа:**  
«Строительство сооружений тепловой и атомной энергетики»

#### **Квалификация выпускника**

Инженер-строитель

#### **Форма обучения**

Очная

### Цель освоения дисциплины

- приобретение будущими инженерами-строителями знаний, навыков, умений по вопросам обеспечения механической надёжности сложных пространственных элементов конструкций, необходимых для изучения курсов «Строительная механика», «Основания и фундаменты», «Строительные конструкции», и в дальнейшей практической работе.

Задачи изучения дисциплины:

– сформировать представления об основных компонентах комплексной дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»;

– раскрыть понятийный аппарат дисциплины;

Приобретение студентами навыков расчётов сложных элементов конструкций, пространственных конструкций, сооружений, деталей машин на прочность, жёсткость и устойчивость.

– сформировать знание о пространственных конструкциях;

– сформировать умение расчета сложных элементов конструкций, деталей машин на прочность, жесткость и устойчивость.

### Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами в результате изучения дисциплин «Теоретическая механика», «Сопrotивление материалов», «Физика», «Математика», «Информатика».

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

#### универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УКЦ-2	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	3-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности

#### общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать	3-ОПК-1 Знать: основы теории и методов

	прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	фундаментальных наук У-ОПК-1 Уметь: уметь осуществлять выбор для решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление; решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук В-ОПК-1 Владеть: навыками решения прикладных задач профессиональной деятельности на основе теории и методов фундаментальных наук
--	--	---

### профессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2	Способен участвовать в проектировании деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования	3-ПК-2 Знать: нормативно-техническую и методическую документацию, устанавливающую требования к зданиям и сооружениям У-ПК-2 Уметь: выбирать и систематизировать информацию об основных параметрах технических и технологических решений при проектировании деталей и конструкций зданий и сооружений; оформлять текстовую и графическую части проекта деталей и конструкций здания или сооружения; представлять и защищать результаты работ по проектированию, расчетному обоснованию и конструированию строительных конструкций зданий и сооружений В-ПК-2 Владеть: навыками проектирования деталей и конструкций зданий и сооружений на основе вариантного проектирования в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное и трудовое воспитание	<b>В-14</b> - формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду.	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

		<p>ориентированных ситуационных задач.</p> <p>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</p> <p>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p>	
--	--	--	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 6-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттес- тация раздела (форма)	Макси- маль- ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Введение. Теория напряжений	14	2		2	10		
1	2	Теория деформаций.	14	2		2	10		
1	3	Связь между напряжениями и деформациями. Потенциальная энергия деформации.	14	2		2	10		
2	4	Постановка задач теории упругости.	14	2		2	10	Тест 1	10
2	4	Постановка задач теории упругости в перемещениях. Полупространство под действием собственного	14	2		2	10		

		веса.							
3	5	Решение плоской задачи теории упругости. Решение плоской задачи в напряжениях. Уравнения Мориса Леви. Функция напряжений Эри.	14	2		2	10		
3	6	6. Плоская задача теории упругости в полярных координатах.	14	2		2	10		
3	7	7. Основы теории пластичности и ползучести.	10	2		2	6	Тест 2	15
		<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>16</b>		<b>16</b>	<b>76</b>		<b>35</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>								Зачет	<b>65</b>

### Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Введение.</b> 1. Теория напряжений. 1.1. Напряжённое состояние в окрестности точки. 1.2. Дифференциальные уравнения равновесия Навье. 1.3. Тензор напряжений. 1.4. Главные напряжения.	2	1-4
<b>Теория деформаций.</b> 2.1. Перемещения и деформации. Соотношения Коши. 2.2. Уравнения неразрывности деформаций Сен-Венана. 2.3. Тензор деформаций. Главные деформации. Интенсивность	2	1-4
<b>Связь между напряжениями и деформациями.</b> 3.1. Обобщённый закон Гука. 3.2. Выражение напряжений через деформации. 3.3. Закон Гука для двухосного напряжённого состояния. 3.4. Закон Гука в тензорной форме. 3.5. Потенциальная энергия деформации.	2	1-4
<b>Постановка задач теории упругости.</b> 4.1. Полная система уравнений теории упругости. 4.2. Граничные условия. 4.3. Методы решения задач теории упругости.	2	1-4
<b>Постановка задач теории упругости в перемещениях.</b> 4.4. Уравнения Ламе. 4.5. Постановка задач теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчелла. 4.6. Полупространство под действием собственного веса.	2	1-4
<b>Решение плоской задачи теории упругости.</b> 5.1. Плоская деформация. 5.2. Обобщённое плоское напряжённое состояние. 5.3. Решение плоской задачи в напряжениях. Уравнения Мориса Леви. Функция напряжений Эри.	2	1-4
<b>Плоская задача теории упругости в полярных координатах.</b> 6.1. Общие уравнения. 6.2. Клинь, нагруженный в вершине сосредоточенной силой. 6.3. Сжатие клина. 6.4. Изгиб клина. 6.5. Действие сосредоточенной силы на упругую полуплоскость (задача Фламанго).	2	1-4
<b>Основы теории пластичности и ползучести.</b> 7.1. Теория малых упругопластических деформаций. 7.2. Понятие о теории пластического течения. 7.3. Постановка задачи теории пластичности. 7.4. Основные зависимости теории ползучести.	2	1-4
<b>Итого</b>	<b>16</b>	

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Задания, вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Вывод уравнений равновесия для простейших задач. Чистый изгиб призматического стержня.	2	1-4
Вывод геометрических соотношений для простейших задач. Кручение круглого бруса постоянного сечения.	2	1-4
Вывод физических соотношений для простейших задач. Прямой поперечный изгиб призматического стержня.	2	1-4
Расчёт шарнирно опёртой балки, нагруженной равномерно распределённой нагрузкой.	2	1-4
Расчёт треугольной подпорной стенки. Расчёт балки-стенки.	2	1-4
Действие сосредоточенной силы, приложенной к границе упругой полуплоскости. Расчёт толстостенной трубы (задача Ламе).	2	1-4
Упругопластический изгиб призматического бруса.	2	1-4
Расчёт упругопластического состояния толстостенной трубы, находящейся под действием внутреннего давления.	2	1-4
<b>Итого</b>	<b>16</b>	

### Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Всего Часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Напряжённое состояние в окрестности точки для случая плоского напряжённого состояния. Дифференциальные уравнения равновесия для случая плоского напряжённого состояния. Дифференциальные уравнения равновесия в тензорном виде. Траектории главных напряжений.	10	1-4
Перемещения и деформации, соотношения Коши для случая плоского деформированного состояния. Уравнения неразрывности деформаций Сен-Венана для плоской задачи.	10	1-4
Обобщённый закон Гука для случая плоского напряжённого и плоского деформированного состояния. Выражение напряжений через деформации для линейного случая, по деформационной теории пластичности и теории пластического течения.	10	1-4
Постановка задач теории упругости и пластичности на основе вариационной теории.	10	1-4
Плоская деформация. Вывод уравнений напряжённо-деформированного состояния длинной толстостенной трубы. Обобщённое плоское напряжённое состояние. Вывод уравнений напряжённо-деформированного состояния толстостенной трубы с заглушками. Решение плоской задачи в напряжениях.	10	1-4
Вывод уравнений напряжённо-деформированного состояния толстостенной трубы в цилиндрических координатах. Вывод уравнений НДС круглой пластинки.	10	1-4
Основные соотношения теории малых упругопластических деформаций и теории пластического течения.	10	1-4

Основные зависимости наследственной теории ползучести и теории ползучести с распределёнными параметрами. Решение задач теории пластичности и ползучести в инкрементальном виде.	6	1-4
<b>Итого</b>	76	

### **Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-практическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке, выполнении домашних заданий.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### **Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Основы теории упругости	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2	Тест 1(письменно)
3	Основы теории пластичности	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2	Тест 2 (письменно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2	Вопросы к зачету (письменно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной/письменной форме.

### **Перечень вопросов входного контроля**

#### **Вопросы входного контроля.**

1. Виды внешних силовых воздействий.
2. Момент пары сил.
3. Сосредоточенные и распределённые силы.
4. Момент силы относительно точки.
5. Вычисление площадей простейших геометрических фигур.
6. Определение реакций опор статически определимых систем.
7. Определённый интеграл.
8. Производная и дифференциал.
9. Решение линейных алгебраических уравнений.
10. Дифференциальные уравнения в частных производных.
11. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
12. Общий интеграл и частное решение дифференциального уравнения.
13. Принцип Даламбера.
14. Кинетическая и потенциальная энергия.
15. Работа внешних сил.
16. Устойчивое и неустойчивое равновесие.
17. Англоязычные термины механики.
18. Основные гипотезы и принципы механики.
19. Расчётная схема.
20. Геометрические характеристики плоских сечений.
21. Внутренние силовые факторы.
22. Определение усилий в статически определимых системах.
23. Определение усилий при сложном напряжённом состоянии.
24. Механические характеристики материала.
25. Методы расчёта элементов конструкций на прочность и жёсткость.
26. Расчёт элементов на прочность и жёсткость при сложном напряжённом состоянии.
27. Потенциальная энергия деформации.
28. Теории прочности.
29. Расчёт гибких элементов на устойчивость.
30. Динамический расчёт элементов конструкций.

Аттестация раздела по дисциплине проводится в форме тестирования. Тест содержит от 10 вопросов. На выполнение задания отводится 30 минут. Тест – это форма контроля, направленная на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала по дидактическим единицам дисциплины (терминологический аппарат, основные методы).

Примерный перечень тестовых заданий:

#### **Вариант работы по разделу «Основы теории упругости».**

1. Состояние тела, когда при отсутствии внешних нагрузок в нем не возникает никаких напряжений называется...
  - 1) Нулевым
  - 2) Неопределённым
  - 3) Естественным
  - 4) Характерным
2. Система нагрузок, приложенная к малой части тела, вызывает напряжения, быстро убывающие по мере удаления от места приложения нагрузок. Этот принцип носит название...
  - 1) Д'Аламбера
  - 2) Сен-Венана
  - 3) Бернулли
  - 4) Эйлера
3. Какое из свойств материала упругого тела, рассматриваемого в теории упругости не относится к нему:
  - 1) Изотропность



- 2) Анизотропность
- 3) Однородность
- 4) Сплошность
4. Поверхностные силы действующие на твердое тело характеризуются...
  - 1) Интенсивностью
  - 2) Податливостью
  - 3) Неразрывностью
  - 4) Последовательностью
5. Какие силы относятся к объемным силам?
  - 1) Силы упругости
  - 2) Внутренние силы
  - 3) Силы инерции
  - 4) Сосредоточенные силы
6. Сколько составляющих напряжений возникает на всех площадках параллельных координатным плоскостям?
  - 1) 9
  - 2) 6
  - 3) 12
  - 4) 3
7. Положение наклонной, бесконечно малой площадки в пространстве, определяется нормалью  $\nu$ (ню) направляющие ... которой  $l$ ,  $m$  и  $n$ .
  - 1) Синусы
  - 2) Косинусы
  - 3) Тангенсы
  - 4) Арксинусы
8. Система уравнений является уравнениями равновесия элементарного
  - 1) Куба
  - 2) Тетраэдра
  - 3) Параллелепипеда
  - 4) Октаэдра
9. Условия на контуре связывают между собой ...
  - 1) Главные напряжения
  - 2) Линейные и сдвиговые деформации
  - 3) Внешнюю нагрузку с напряжением
  - 4) Внешнюю и внутреннюю силу
10. Состояние описываемое тензоротором называется...
  - 1) Нулевым тензором напряжений
  - 2) Объемным тензором напряжений
  - 3) Главным тензором напряжений
  - 4) Шаровым тензором напряжений
11. Упругие постоянные  $\lambda$  и  $\mu$ , входящие в уравнение называются коэффициентами...
  - 1) Ляме
  - 2) Гука
  - 3) Рихтера
  - 4) Лапласа
12. Какой закон выражает зависимость, показывающую, что девиатор напряжений, пропорционален девиатору деформаций.
  - 1) Закон изменения объема
  - 2) Закон парности касательных напряжений
  - 3) Закон изменения формы
  - 4) Закон Гука для объемной деформации
13. Плоская задача теории упругости решается в ...
  - 1) Полиномах
  - 2) Радианах

- 3) Гармонических функциях
- 4) Квадратурах
- 14. Уравнение совместности деформаций с применением ... записывается в виде
  - 1) Оператора Риччи
  - 2) Оператора Лапласа
  - 3) Ряда Фурье
  - 4) Правила Лопиталя
- 15. Три дифференциальных уравнения равновесия и движения называются уравнениями...
  - 1) Навье
  - 2) Фурье
  - 3) Пуанкаре
  - 4) Ренье
- 16. Какой метод используется для упрощения бигармонического уравнения плоской задачи теории упругости?
  - 1) Метод сверток
  - 2) Метод Эйлера
  - 3) Метод конечных разностей
  - 4) Метод наименьших квадратов
- 17. Полиному какой степени соответствует одноосное напряженное состояние
  - 1) Первой степени
  - 2) Второй степени
  - 3) Третьей степени
  - 4) Четвертой степени

### **Вариант работы по разделу «Основы теории пластичности».**

#### **Тест № 2**

- 1. Какое свойство не относится к пластичному твердому телу?
  - 1) Не разрушаясь изменять форму
  - 2) Сохранять остаточные деформации
  - 3) Изменять размеры
  - 4) Деформироваться пропорционально нагрузке
- 2. Какие твердые тела называются упругопластическими?
  - 1) Обладающие упругими свойствами в конце нагружения
  - 2) Обладающие упругими свойствами в процессе всего нагружения
  - 3) Не обладающие явно упругими и пластическими свойствами
  - 4) Обладающие упругими свойствами в начале нагружения
- 3. Зависят ли законы пластического деформирования от того, что увеличивается или уменьшается нагрузка?
  - 1) Не зависят
  - 2) Зависят иногда
  - 3) Зависят всегда
  - 4) Зависят при определенных свойствах материала
- 4. Какой из приведенных видов пластического деформирования не относится к нему?
  - 1) Активное
  - 2) Промежуточное
  - 3) Нейтральное
  - 4) Пассивное
- 5. Простым называется нагружения, при котором ...
  - 1) Внешние силы возрастают медленно
  - 2) Внешние силы не изменяются
  - 3) Внешние силы возрастают одновременно
  - 4) Внешние силы со временем уменьшаются
- 6. Сложным называется нагружения, при котором ...

- 1) Внешние силы изменяются очень быстро
  - 2) Внешние силы действуют в разные стороны
  - 3) Внешние силы возрастают мгновенно
  - 4) Внешние силы действуют неодновременно
7. Математический аппарат теории пластичности состоит из ... групп управлений.
- 1) Четверых
  - 2) Трех
  - 3) Шести
  - 4) Девяти
8. Пластические деформации в материале возникают тогда, когда максимальные касательные напряжения достигают значения, равного пределу текучести при чистом сдвиге - условия пластичности ...
- 1) Треска - Сен - Венана
  - 2) Пуассона – Готье
  - 3) Стоунера – Эванса
  - 4) Кулона – Бойля
9. Теория малых упругопластических деформаций дает правильные результаты в том случае, если процесс нагружения тела является ...
- 1) Мгновенным
  - 2) Медленным
  - 3) Затухающим
  - 4) Простым
10. Важной особенностью деформирования тел за пределом упругости является характер ...
- 1) Прокатки
  - 2) Нагрузки
  - 3) Разгрузки
  - 4) Погрузки
11. Приближенный метод решения задач теории пластичности, предложенный А.А. Илюшиным, называется метод ...
- 1) Метод неупругих решений
  - 2) Метод упругих решений
  - 3) Метод неопределенных коэффициентов
  - 4) Метод среднего значения
12. Сколько неизвестных функций трех координат  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  имеется в задаче теории пластичности?
- 1) 19
  - 2) 13
  - 3) 15
  - 4) 17
13. Линия, которая в каждой своей точке касается площади максимального касательного напряжения, называется линией ...
- 1) Касания
  - 2) Скольжения
  - 3) Подъема
  - 4) Прандтля
14. В балках, выполненных из неупрочняющегося материала, по мере увеличения внешней нагрузки появляются пластические деформации, которые увеличиваются по длине балки и высоте сечения. Это приводит к образованию в одном или нескольких сечениях ...
- 1) Трещин
  - 2) Пластических шарниров
  - 3) Максимальных прогибов
  - 4) Простых шарниров
15. При достижении нагруженной системой предельного состояния, она превращается в ... систему.
- 1) Мгновенно неизменяемую
  - 2) Статически неопределимую

- 3) Геометрически неопределимую
- 4) Геометрически изменяемую
16. Какому состоянию предшествует наличие в материале конструкции зон упругих и пластических деформаций?
  - 1) Уравновешенному
  - 2) Предельному
  - 3) Критическому
  - 4) Опасному
17. Если все компоненты тензора напряжений возрастают пропорционально одному параметру, то нагружение является ...
  - 1) Пропорциональным
  - 2) Параллельным
  - 3) Простым
  - 4) Линейным
18. Дифференциальные уравнения описывают линии ...
  - 1) Людерса – Чернова
  - 2) Уровне
  - 3) Скольжения
  - 4) Ската

Критерии оценки тестовых заданий:

1. Полнота знаний теоретического контролируемого материала.
2. Количество правильных ответов.

#### **Вопросы выходного контроля (вопросы к зачету)**

1. Напряжённое состояние в окрестности точки
2. Дифференциальные уравнения равновесия
3. Тензор напряжений
4. Главные напряжения
5. Перемещения и деформации
6. Уравнения неразрывности деформаций
6. Тензор деформаций. Главные деформации. Интенсивность деформаций
7. Обобщённый закон Гука
8. Выражение напряжений через деформации
9. Закон Гука для двухосного напряжённого состояния
10. Закон Гука в тензорной форме
11. Потенциальная энергия деформации.
12. Полная система уравнений теории упругости
13. Граничные условия
14. Методы решения задачи теории упругости
15. Постановка задач теории упругости в перемещениях
16. Постановка задач теории упругости в напряжениях
17. Полупространство под действием собственного веса
18. Плоская деформация
19. Обобщённое плоское напряжённое состояние
20. Решение плоской задачи в напряжениях. Функция напряжений
21. Общие уравнения в полярных координатах
22. Клинь, нагруженный в вершине сосредоточенной силой
23. Сжатие клина
24. Изгиб клина
25. Расчёт подпорной стенки (плотины)
26. Действие сосредоточенной силы на полуплоскость (задача Фламана)
27. Решение плоской задачи теории упругости в рядах

28. Вариационные методы решения плоской задачи
29. Решение плоской задачи в полиномах
30. Решение плоской задачи теории упругости методом конечных разностей.
31. Расчёт балок на упругом основании, нагруженных равномерно распределённой нагрузкой и системой сосредоточенных сил.
32. Действие сосредоточенной силы, приложенной к границе упругой полуплоскости.
33. Расчёт толстостенной трубы (задача Ламе).
34. Упругопластический изгиб призматического бруса.
35. Чистый изгиб криволинейного бруса.
36. Расчёт упругопластического состояния толстостенной трубы, находящейся под действием внутреннего давления.
37. Основные соотношения теории ползучести.

### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
100-65	«зачтено» - 35 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.</li> </ul>
64-0	«не зачтено» - 0 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.</li> </ul>

### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

#### Обязательная литература

1. Молотников, В. Я. Теория упругости и пластичности/В. Я. Молотников, А.А. Молотникова. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 532 с. [ЭБС Лань \(lanbook.com\)](http://lanbook.com).
2. Трусов, П. В. Теория пластичности : учебное пособие / П. В. Трусов, А. И. Швейкин. — Пермь: ПНИПУ, 2011. — 419 с. [ЭБС Лань \(lanbook.com\)](http://lanbook.com).

#### Дополнительная литература

3. Паначев, И. А. Основы теории упругости и пластичности: учебно-методическое пособие / И. А. Паначев, И. В. Кузнецов, А. В. Покатилов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 107 с. [ЭБС Лань \(lanbook.com\)](http://lanbook.com).
4. Титов, А. В. Теория пластичности: учебное пособие / А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 108 с. [ЭБС Лань \(lanbook.com\)](http://lanbook.com).

### Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

- 1) Аудитория для чтения лекций.
- 2) Компьютерный класс, оснащенный всем необходимым для проведения всех видов занятий.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

#### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

#### **2. Указания для участия в практических занятиях**

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

#### **3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:**

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

#### **1. Указания для проведения лекций**

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель

должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий.

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой практических занятий.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач.

В конце практических работ задать аудитории несколько контрольных вопросов.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов


По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по специальности и учебным планом основной образовательной программы.

Рабочую программу составил к.т.н., доц. Меланич В.М. 

Рецензент к.т.н., доцент Голова Т.А. 

Программа одобрена на заседании УМКС 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» от 15.11.2021 года, протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии



Голова Т.А.