



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

«29» января

Бочарова А.А.  
(Ф.И.О. рук. ОП)

2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор департамента компьютерно-интегрированных производственных систем

(подпись)

«29» января

Змеу К.В.  
(Ф.И.О. дир. деп.)

января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Механика деформирования и разрушения твердых тел

**Направление подготовки: 15.04.03 Прикладная механика**

Магистерская программа:

«Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

**Форма подготовки (очная)**

курс 2 семестр 3  
лекции 9 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы -  
в том числе с использованием МАО лек.4 час. /пр. 6 час. /лаб. - час.  
всего часов аудиторной нагрузки 27 час.  
в том числе с использованием МАО 10 час.  
самостоятельная работа 81 час.  
в том числе на подготовку к экзамену - час.  
контрольные работы -  
курсовая работа / курсовой проект -  
зачет 3 семестр  
экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07.07.2015 №12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании отделения Машиностроения, морской техники и транспорта протокол № 5 от «29» января 2021 г.  
Директор отделения: к.т.н., доцент Грибиниченко М.В.  
Составитель: к.ф.-м.н., проф. Любимова О.Н.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании отделения:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании отделения:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина «Механика деформирования и разрушения твердых тел» предназначена для студентов 2 курса, обучающихся по направлению 15.04.03 «Прикладная механика», магистерская программа «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг». Дисциплина «Механика деформирования и разрушения твердых тел» логически и содержательно связана с такими курсами как «Механика контактного взаимодействия и физика трения» и «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (9 часов), практические занятия (18 часов), самостоятельная работа студента (81 час). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3-м семестре. Форма контроля – зачет.

**Цель:** научить математической постановке задач теории пластичности, анализу дифференциальных уравнений равновесия и движения и их решению, общим честным методам их интегрирования

### **Задачи:**

1. Изучить виды взаимодействий, понятие силы как фактора взаимодействия, различие между квантовой механикой и классической механикой Ньютона, понятие бездефектного материала и виды дефектов в реальных материалах (размеры, количество в единице объема). Шкалу процессов разрушения, уровни процессов, общепринятые критерии разрушения. Существующие оценки прочности конструкции (теории прочности).

2. Основные уравнения теории упругости, плоская задача и ее разновидности (плоская деформация и плоское напряженное состояние). Методы решения задач теории упругости. Понятие концентрации напряжений (виды концентраторов) и влияние их на прочность.

3. Изучить основные применяемые условия пластичности, теорию течения и деформационную теорию, основные теоремы теории пластичности, основные задачи теории пластичности. Научить выводить полную систему

уравнений равновесия и движения теории пластичности, определять типы граничных условий для задач теории пластичности, решать основные задачи теории пластичности

Для успешного изучения дисциплины «Механика деформирования и разрушения твердых тел» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат;
- готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям;
- готовностью участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
способностью генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности (ОК-5)	Знает	информационную концепцию научного процесса; методику сравнительного анализа различных уровней научных знаний (базовый, новый, фактический, производственно-прикладной)
	Умеет	использовать в практической деятельности адекватные методы и средства научных исследований при решении задач в области прикладной механики

	Владеет	навыками выбора и использования адекватных методов и средств научных исследований; навыками решения научных, технических и организационных проблем в области прикладной механики
способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (ОК-9)	Знает	основные физические и научно-технические причины возникновения нестандартных ситуаций, возникающих в профессиональной деятельности
	Умеет	действовать и принимать научно обоснованные решения в нестандартных ситуациях, возникающих в профессиональной деятельности
	Владеет	способностью нести ответственность за принятие решения в нестандартных ситуациях, возникающих в профессиональной деятельности
способностью владеть основными знаниями и методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-15)	Знает	особенности чрезвычайных ситуаций и меры по ликвидации её последствий; основные методы защиты производственного персонала и населения; основные приёмы оказания первой помощи.
	Умеет	оценить последствия чрезвычайной ситуации и принять меры по ликвидации её последствий; использовать основные методы защиты производственного персонала и населения; оказывать первую помощь.
	Владеет	навыками оценки чрезвычайной ситуации и ликвидации её последствий; методами защиты в чрезвычайных ситуациях; приёмами оказания первой помощи.
способностью использовать фундаментальные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности (ОК-16)	Знает	основные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и понимает принципы механики в процессе профессиональной деятельности
	Умеет	использовать основные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и принципы механики в процессе профессиональной деятельности
	Владеет	способностью применять основные

		законы природы, законы естественно-научных дисциплин и принципы механики в решении задач профессиональной деятельности
способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1)	Знает	Основные методы решения проблем в области профессиональной деятельности и умеет формулировать задачи исследования и выявлять их приоритет
	Умеет	научно грамотно формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки с точки зрения эффективности достижения результата
	Владеет	способностями научно грамотно формулировать цели и задачи исследования и определять приоритеты для получения новых знаний и навыков в области прикладной механики
способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2)	Знает	основы современных аналитических, вычислительных и экспериментальных методов исследования в области прикладной механики
	Умеет	применять аналитические и экспериментальные методы исследования, а также средства компьютерного моделирования и конечно-элементного анализа в области прикладной механики
	Владеет	умением грамотно сочетать аналитические и экспериментальные методы исследования, а также средства компьютерного моделирования и конечно-элементного анализа для эффективного решения задач в области прикладной механики

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория пластичности и ползучести» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- проблемная лекция;
- практическое занятие с использованием программных средств.

- рейтинговый метод.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (9 ЧАС.)**

**Раздел 1. Цели и задачи механики деформирования и разрушения твердых тел (5 час.)**

### **Тема 1. Введение. (1 час.)**

Задачи курса, его структура. Исторические сведения. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах. Напряжения, деформации, скорости деформаций и их инварианты. Основные теоретические соотношения между напряжениями и деформациями за пределами упругости.

### **Тема 2. Стадии разрушения**

Типы взаимодействий. Бездефектный материал. Реальные материалы. Дефекты и их классификация. Размерные уровни дефектов. Критерии разрушения. Поверхность как источник начала разрушения. Микротрещины и их классификация.

### **Тема 3. Механические свойства твердых тел. (1 час.)**

Понятие простого нагружения. Схематизация диаграмм деформирования. Условия возникновения пластических деформаций. Анизотропные и сложные среды. Условия Сен-Венана, Хилла-Мизеса, Ишлинского для изотропного тела. Условие начала пластических деформаций для анизотропного тела.

**Тема 4. Методы экспериментального определения механических характеристик материала. (1 час.)**

Релаксация напряжений. Ползучесть при линейном напряженном состоянии. Первая и вторая стадии ползучести. Понятие о технических теориях ползучести. Теория течения. Теория старения. Теория упрочнения.

**Тема 5. Свойства поверхности нагружения (1 час.)**

Поверхность нагружения (поверхность пластичности). Постулат Друкера. Выпуклость поверхности нагружения и ассоциированный закон течения. Теория изотропного расширения, кинематическая и комбинированные теории.

**Раздел 2. Методы и способы решения задач теории пластичности и ползучести (4 час.)****Тема 1. Теория малых упругопластических деформаций. (1 час.)**

Теорема Ильюшина о простом нагружении. Теория пластического течения. Связь между теориями при простом нагружении.

**Тема 2. Система уравнений теории пластичности. (1 час.)**

Условия на границе, разделяющей упругую и пластическую зоны. Методы решения задач теории пластичности. Методы дополнительных напряжений, дополнительных деформаций и переменных параметров упругости. Вариационные принципы в теории малых упругопластических деформаций и их применение при решении задач. Анализ неустойчивости процессов деформирования.

**Тема 3. Энергетические теоремы и экстремальные принципы. (1 час.)**

Использование уравнения Ляме. Система уравнений Бельтрами. Общая характеристика современного состояния вопросов решения задач теории упругости.

**Тема 4. Теория и методы расчета предельного состояния различных элементов машиностроительных конструкций. (1 час.)**

Кинематическая и статическая теоремы и их применение к оценке предельных нагрузок элементов конструкций.

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ  
КУРСА****Практические занятия (18 час.)**



**Занятие 1. Динамические задачи для жесткопластического тела. (2 час.)**

1. Упругопластическое деформирование сферического баллона и толстостенного цилиндра.
2. Жесткопластический изгиб круглых пластин, нагруженных осесимметрично.
3. Решение задачи об изгибе листа с помощью теории течения.
4. Упругопластическое кручение призматических стержней.

**Занятие 2. Плоская деформация, линии скольжения и их свойства. (2 час.)**

1. Плоское напряженное состояние. (исследование и расчет)

**Занятие 3. Циклическое деформирование и приспособляемость элементов конструкций. (2 час.)**

1. Теория накопления рассеянного разрушения.

**Занятие 4. Ползучесть и релаксация. (2 час.)**

1. Кривые ползучести.
2. Влияние температуры.
3. Предел ползучести.
4. Методы решения задач ползучести

**Занятие 5. Длительная прочность. (2 час.)**

1. Предел длительной прочности.
2. Коэффициенты запаса по времени и напряжениям.

**Занятие 6. Технические теории ползучести. (2 час.)**

1. Теории старения, течения, упрочнения и структурных параметров.
2. Теории наследственности в ползучести.

**Занятие 7. Установившаяся ползучесть. (2 час.)**

1. Методы решения. Примеры.

**Занятие 8. Неустановившаяся ползучесть. (2 час.)**

1. Методы решения. Примеры.

**Занятие 9. Методы расчета (2 час.)**

1. Методы расчета времени разрушения при ползучести элементов конструкций в условиях нестационарного силового и теплового воздействий.

### Самостоятельная работа (81 час)

#### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	7 неделя	Собеседование по разделу «Цели и задачи механики деформирования и разрушения твердых тел»	12 часов	УО-1
2	9 неделя	Контрольная работа по разделу «Цели и задачи механики деформирования и разрушения твердых тел»	10 часов	ПР-2
3	12 неделя	Собеседование по разделу «Методы и способы решения задач теории пластичности и ползучести»	12 часов	УО-1
6	18 неделя	Контрольная работа по разделу «Методы и способы решения задач теории пластичности и ползучести»	11 часов	ПР-2
7	Экзаменационная сессия	Подготовка к экзамену за первый семестр	36 час.	Экзамен
<b>Итого</b>			<b>81 час.</b>	

#### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

##### Собеседование

Собеседование осуществляется преподавателем по завершению изучения каждого раздела. Вопросы приведены в приложении 2. Для подготовки используется основная и дополнительная литература по дисциплине «Механика деформирования и разрушения твердых тел».

Вопросы, возникающие в процессе подготовки, студент может задать преподавателю на консультациях.

## Контрольная работа

Примеры заданий приведены в приложении 2. Ниже приведены примеры решения типовых задач.

**Задача** по разделу «Цели и задачи механики деформирования и разрушения твердых тел», тип I

Найти главные направления и главные значения декартова тензора  $\mathbf{T}$  второго порядка, который представлен матрицей

$$[Tu] = \begin{bmatrix} 3 & -1 & 0 \\ -1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

### Решение

Для определения главных значений, согласно (1.132), имеем уравнение

$$\begin{vmatrix} 3 - \lambda & -1 & 0 \\ -1 & 3 - \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \lambda \end{vmatrix} = (1 - \lambda)[(3 - \lambda)^2 - 1] = 0.$$

Это кубическое уравнение

$$\lambda^3 - 7\lambda^2 + 14\lambda - 8 = (\lambda - 1)(\lambda - 2)(\lambda - 4) = 0,$$

Корни которого  $\lambda_{(1)} = 1, \lambda_{(2)} = 2, \lambda_{(3)} = 4$ .

Пусть теперь  $n_i^{(1)}$  – компоненты единичного вектора главного направления, соответствующего  $\lambda_{(1)} = 1$ . Тогда два первых уравнения системы (1.131) дают  $2n_1^{(1)} - n_2^{(1)} = 0$  и  $-n_1^{(1)} + 2n_2^{(1)} = 0$ , откуда  $n_1^{(1)} = n_2^{(1)} = 0$ , а из условия  $n_i n_i = 1$  получим  $n_3^{(1)} = \pm 1$ .

Для  $\lambda_{(2)} = 2$  система уравнений (1.131) даёт  $n_1^{(2)} - n_2^{(2)} = 0$ ,  $-n_1^{(2)} + 2n_2^{(2)} = 0$  и  $-n_3^{(2)} = \pm 1$ . Таким образом  $n_3^{(2)} = 0$ , а  $n_1^{(2)} = n_2^{(2)} = \pm 1/\sqrt{2}$ , так как  $n_i n_i = 1$ .

Для  $\lambda_{(3)} = 4$  из системы (1.131) получаем  $-n_1^{(3)} - n_2^{(3)} = 0$ ,  $-n_1^{(3)} - n_2^{(3)} = 0$  и  $3n_3^{(3)} = 0$ . Таким образом,  $n_3^{(3)} = 0$  и  $n_1^{(3)} = -n_2^{(3)} = \mp 1/\sqrt{2}$ .

Ориентация главных осей относительно исходной системы определяется направляющими косинусами, которые даны в следующей таблице:

	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$x_1$	0	0	$\pm 1$
$x_2$	$\pm 1/\sqrt{2}$	$\pm 1/\sqrt{2}$	0
$x_3$	$\mp 1/\sqrt{2}$	$\pm 1/\sqrt{2}$	0

Отсюда видно, что матрица тензора преобразования такова:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \pm 1 \\ \pm 1/\sqrt{2} & \pm 1/\sqrt{2} & 0 \\ \mp 1/\sqrt{2} & \pm 1/\sqrt{2} & 0 \end{bmatrix}.$$

**Задача** по разделу «Методы и способы решения задач теории пластичности и ползучести», тип II

Разложить тензор напряжений

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 12 & 4 & 0 \\ 4 & 9 & -2 \\ 0 & -2 & 3 \end{pmatrix}.$$

На шаровую часть и девиатор и показать, что первый инвариант девиатора равен нулю.

**Решение**

Мы имеем  $\sigma_M = \frac{\sigma_{kk}}{3} = \frac{12+9+3}{3} = 8$ , тогда

$$\sigma_{ij} = \sigma_M \delta_{ij} + s_{ij} = \begin{pmatrix} 8 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 8 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 4 & 4 & 0 \\ 4 & 1 & -2 \\ 0 & -2 & -5 \end{pmatrix}.$$

причём  $s_{ii} = 4 + 1 - 5 = 0$ .

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Механика деформирования и разрушения твердых тел» представлено в фонде оценочных средств и включает в себя:

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль		промежуточная аттестация
1	Цели и задачи теории пластичности и ползучести	ОК-9, ОК-15, ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1-17
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Вопросы 1-17
			владеет		Задачи тип I
2	Методы и способы решения задач теории пластичности и ползучести	ОК-16, ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 18-35
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Задания 7-12
			владеет		Задачи тип II

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в фонде оценочных средств.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Ковтанюк Л.В. Введение в теорию пластичности : курс лекций / Л. В. Ковтанюк, А. А. Ушаков. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2013. – 86 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:770649&theme=FEFU>

2. Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов [и др.] ; под ред. К. М. Иванов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Политехника, 2016. — 376 с. — 978-5-7325-1090-4. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/59486.html>

3. Механика пластического деформирования трансверсально-изотропных композиционных сверхпроводниковых материалов : монография / Г. Л. Колмогоров, В. Н. Трофимов, М. Г. Штуца, Т. В. Чернова. — Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2011. — 217 с. <https://www.iprbookshop.ru/108476.html>

4. Черноусов, Н. Н. Механика разрушения. В 2 частях. Ч. 1. Механика разрушения металлов : лабораторный практикум / Н. Н. Черноусов, Р. Н. Черноусов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 133 с. <https://www.iprbookshop.ru/83184.html>

5. Черноусов, Н. Н. Механика разрушения: В 2 частях. Ч. 2. Механика разрушения композиционных материалов : лабораторный практикум / Н. Н. Черноусов, Р. Н. Черноусов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 91 с. <https://www.iprbookshop.ru/83186.html>

6. Молотников, В.Я. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 532 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94741>

7. Чемодуров, В. Т. Основы теории упругости, пластичности и ползучести: учеб. пособие / В.Т. Чемодуров, С.Г. Ажермачев, К.С. Пшеничная-Ажермачева. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 238 с.  
<https://znanium.com/catalog/product/1003772>

### Дополнительная литература

1. Любимова О.Н. Метод расчета термоупругих напряжений для оболочек из стеклометаллокомпозита / О. Н. Любимова ; Дальневосточный федеральный университет. Владивосток : Изд. дом Дальневосточного федерального университета , 2012. – 77 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:679367&theme=FEFU>

2. Любимова О.Н., Солоненко Э.П. Термические напряжения в слоистых стекло-металлических композитах: монография [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2019. – [89 с.]. – 1 CD. – ISBN 978-5-7444-4564-5, гос. регистрация 0321902769 от 11.09.2019

<https://www.dvfu.ru/schools/engineering/science/scientific-and-educational-publications/monographs/>

3. Варданян Г.С. Сопротивление материалов с осн. теории упругости и пластич.: Учеб. / Г.С.Варданян, В.И.Андреев и др.; Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М.Атарова - 2 изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с.

<http://znanium.com/catalog/product/256769>

4. Пачурин Г.С. Сопротивление материалов. Усталость и ползучесть материалов при высоких температурах: Уч. пос./Г.В.Пачурин, С.М.Шевченко, В.Н.Дубинский - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 128 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501983>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет»**

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

### **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины отводится 27 часов аудиторных занятий и 81 часа самостоятельной работы.

На практических занятиях преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами. После выполнения задания, студент защищает его преподавателю в назначенное время.

### **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аудиторные занятия по дисциплине включают лекции и практические занятия.

В ходе обучения студенты могут использовать технологии дистанционного обучения, LMS Black Board, современные информационные технологии, интернет. Также используются такие ресурсы, как база данных библиотеки ДВФУ и база данных научно-учебных изданий инженерной школы ДВФУ.

Используется оборудование лаборатории компьютерного моделирования: Моноблоки Lenovo C360G-i34164G500UDK – 20 шт;

Мультимедийный проектор, Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 – 1 шт;

Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, 50 см, размер рабочей области 236x147 см – 1 шт;



Акустическая система для потолочного монтажа с низким профилем, Extron SI 3CT LP (пара) – 3 шт;

Документ-камера Avervision CP355AF – 1 шт;

ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716CCBA – 1 шт;

Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718 – 1 шт.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### ПАСПОРТ ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
способность генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности (ОК-5)	Знает	информационную концепцию научного процесса; методику сравнительного анализа различных уровней научных знаний (базовый, новый, фактический, производственно-прикладной)
	Умеет	использовать в практической деятельности адекватные методы и средства научных исследований при решении задач в области прикладной механики
	Владеет	навыками выбора и использования адекватных методов и средств научных исследований; навыками решения научных, технических и организационных проблем в области прикладной механики
способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (ОК-9)	Знает	основные физические и научно-технические причины возникновения нестандартных ситуаций, возникающих в профессиональной деятельности
	Умеет	действовать и принимать научно обоснованные решения в нестандартных ситуациях, возникающих в профессиональной деятельности

	Владеет	способностью нести ответственность за принятие решения в нестандартных ситуациях, возникающих в профессиональной деятельности
способностью владеть основными знаниями и методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-15)	Знает	особенности чрезвычайных ситуаций и меры по ликвидации её последствий; основные методы защиты производственного персонала и населения; основные приёмы оказания первой помощи.
	Умеет	оценить последствия чрезвычайной ситуации и принять меры по ликвидации её последствий; использовать основные методы защиты производственного персонала и населения; оказывать первую помощь.
	Владеет	навыками оценки чрезвычайной ситуации и ликвидации её последствий; методами защиты в чрезвычайных ситуациях; приёмами оказания первой помощи.
способностью использовать фундаментальные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности (ОК-16)	Знает	основные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и понимает принципы механики в процессе профессиональной деятельности
	Умеет	использовать основные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и принципы механики в процессе профессиональной деятельности
	Владеет	способностью применять основные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и принципы механики в решении задач профессиональной деятельности
способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1)	Знает	Основные методы решения проблем в области профессиональной деятельности и умеет формулировать задачи исследования и выявлять их приоритет
	Умеет	научно грамотно формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки с точки зрения эффективности достижения результата

	Владеет	способностями научно грамотно формулировать цели и задачи исследования и определять приоритеты для получения новых знаний и навыков в области прикладной механики
способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2)	Знает	основы современных аналитических, вычислительных и экспериментальных методов исследования в области прикладной механики
	Умеет	применять аналитические и экспериментальные методы исследования, а также средства компьютерного моделирования и конечно-элементного анализа в области прикладной механики
	Владеет	умением грамотно сочетать аналитические и экспериментальные методы исследования, а также средства компьютерного моделирования и конечно-элементного анализа для эффективного решения задач в области прикладной механики

### Контроль достижений целей курса

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Цели и задачи теории пластичности и ползучести	ОК-9, ОК-15, ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1-17
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Вопросы 1-17
			владеет		Задачи тип I
2	Методы и способы решения задач теории пластичности и ползучести	ОК-16, ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 18-35
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Задания 7-12
			владеет		Задачи тип II

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
способностью генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности (ОК-5)	Знает	информационную концепцию научного процесса; методику сравнительного анализа различных уровней научных знаний (базовый, новый, фактический, производственно-прикладной)	Знание основных закономерностей развития в различных областях прикладной механики	Способность объяснить проблематику профессиональной задачи и показать возможные пути решения
	Умеет	использовать в практической деятельности адекватные методы и средства научных исследований при решении задач в области прикладной механики	Умение сформулировать и научно обосновать предлагаемую идею в области прикладной механики	Способность сформулировать и научно обосновать предлагаемую идею в области прикладной механики и показать пути ее реализации
	Владеет	навыками выбора и использования адекватных методов и средств научных исследований; навыками решения научных, технических и организационных проблем в области прикладной механики	Владение знаниями в области математического и компьютерного моделирования, позволяющими генерировать эффективные идеи	Способность генерировать идеи в области математического моделирования, конечно-элементных расчетов решения задач прикладной механики
способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (ОК-9)	Знает	основные физические и научно-технические причины возникновения нестандартных ситуаций, возникающих в профессиональной деятельности	Имеет представление о причинах возникновения нестандартных ситуаций в профессиональной сфере	Способность объяснить причину возникновения нестандартной ситуации в профессиональной сфере
	Умеет	действовать и принимать научно обоснованные решения в нестандартных ситуациях, возникающих в профессиональной деятельности	Умение предложить выход из нестандартной ситуации и взять на себя ответственность	Способность предложить выход из нестандартной ситуации и взять на себя ответственность
	Владеет	способностью нести ответственность за принятие решения в нестандартных ситуациях, возникающих в профессиональной деятельности	Владение опытом и навыками разрешения нестандартных ситуаций в научно-педагогической деятельности	Способность предложить эффективное решение по выходу из нестандартной ситуации
способностью владеть основными знаниями и методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф,	Знает	особенности чрезвычайных ситуаций и меры по ликвидации её последствий; основные методы защиты производственного персонала и населения; основные приёмы оказания первой помощи.	Знание основных вопросов, связанных с оценкой действия факторов (техногенных, антропогенных и др.) окружающей человека среды (производственной, природной и др.)	Способность оценить особенности проявления вредных факторов окружающей среды и возможных последствий, а также объяснить принципы, методы и средства защиты человека.
	Умеет	оценить последствия чрезвычайной ситуации и принять меры по	Умение применять принципы обеспечения	способность оценивать ресурс машин и конструкций

стихийных бедствий (ОК-15)		ликвидации её последствий; использовать основные методы защиты производственного персонала и населения; оказывать первую помощь.	экологической безопасности при решении промышленных задач	способность обеспечить защиту персонала и населения от последствий аварий
	Владеет	навыками оценки чрезвычайной ситуации и ликвидации её последствий; методами защиты в чрезвычайных ситуациях; приёмами оказания первой помощи.	Владение навыками прогнозирования развития и оценки последствий аварий, стихийных бедствий, катастроф	способность принятия решений по защите производственного персонала и населения от возможных проявлений аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, а также принятие мер по ликвидации их последствий
способностью использовать фундаментальные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности (ОК-16)	Знает	основные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и понимает принципы механики в процессе профессиональной деятельности	знание основных фундаментальных законов, методов математики и механики, применяемых для описания процессов и явлений профессиональной деятельности	способность сформулировать и объяснить фундаментальные законы, методы математики и механики, применяемые для описания процессов и явлений профессиональной деятельности
	Умеет	использовать основные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и принципы механики в процессе профессиональной деятельности	умение выделять физическую сущность процессов и явлений, связанных с профессиональной деятельностью; умение предложить и использовать математические методы для решения задач профессиональной деятельности	способность выявить физическую сущность процессов и явлений, связанных с профессиональной деятельностью; способность описывать и решать задачи профессиональной деятельности средствами математических методов
	Владеет	способностью применять основные законы природы, законы естественно-научных дисциплин и принципы механики в решении задач профессиональной деятельности	владение навыками постановки задачи в математической форме на основе фундаментальных законов; - владение различными методами решения задач в математической постановке, в том числе и численными методами	- способность сформулировать и поставить задачу в математической форме для реального процесса или явления механики; - способность применять различные методы решения задач в математической постановке, в том числе методы компьютерного моделирования;
способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты	Знает	Основные методы решения проблем в области профессиональной деятельности и умеет формулировать задачи исследования и выявлять	Знание приоритетных целей решения задач прикладной механики	Способность использования современных компьютерных технологий для отыскания оптимального

решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1)		их приоритет		решения задач прикладной механики
	Умеет	научно грамотно формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки с точки зрения эффективности достижения результата	умение выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики	способность к чёткому и последовательному изложению целей и задач прикладных и фундаментальных научных исследований
	Владеет	способностями научно грамотно формулировать цели и задачи исследования и определять приоритеты для получения новых знаний и навыков в области прикладной механики	Владеть современными компьютерными технологиями, применяемыми на производстве для решения приоритетных задач прикладной механики	Способность к усвоению новых знаний и овладению новыми навыками для решения задач прикладной механики в различных отраслях промышленности
способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2)	Знает	основы современных аналитических, вычислительных и экспериментальных методов исследования в области прикладной механики	Знание методов математической обработки и способов представления результатов научно-исследовательских работ и выполняемых проектов	Способность сформулировать и описать методы математической обработки и способы представления полученных теоретических и экспериментальных результатов
	Умеет	применять аналитические и экспериментальные методы исследования, а также средства компьютерного моделирования и конечно-элементного анализа в области прикладной механики	Умение применять методы конечно-элементного моделирования к решению задач прикладной механики	Способность обрабатывать, анализировать и оценивать результаты научно-исследовательских работ и экспериментов
	Владеет	умением грамотно сочетать аналитические и экспериментальные методы исследования, а также средства компьютерного моделирования и конечно-элементного анализа для эффективного решения задач в области прикладной механики	Владение современными информационными технологиями для выбора метода решения задач в области прикладной механики и представления результатов	Способность использовать современные информационные технологии в области компьютерного моделирования для получения и представления результатов исследований в области прикладной механики

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### Перечень типовых экзаменационных вопросов

1. Что такое уравнения состояния и для чего они нужны?
2. В чем заключается сущность постулата макроскопической определенности?
3. Каким образом в механике деформируемого твердого тела учитываются температура и всевозможные физические поля?
4. Назовите основные параметры состояния твердых деформируемых тел. Какие из них могут быть приняты в качестве независимых?
5. Чем отличаются простые модели материала твердых тел от сложных?
6. Какие ветви механики деформируемого твердого тела вы знаете?
7. Назовите главный признак упругого состояния материала.
8. Происходит ли диссипация энергии при деформировании упругого тела?
9. Как выражаются компоненты тензора напряжений через упругий потенциал?
10. Чему равен упругий потенциал при адиабатическом и изотермическом процессах деформирования упругого тела?
11. Что такое потенциал деформаций и каким образом выражаются через него компоненты тензора деформаций?
12. Запишите закон Гука для общего случая анизотропии материала.
13. Запишите выражения упругого потенциала и потенциала деформаций при общей анизотропии материала.
14. Укажите количество коэффициентов, характеризующих упругие свойства материала, в общем случае анизотропии, при наличии одной плоскости упругой симметрии, для ортотропного и изотропного материалов.
15. Запишите закон Гука для ортотропного материала.
16. Запишите известные вам формы закона Гука для изотропного материала.

17. Запишите закон Гука для объемной деформации и для девиатора тензора деформаций.
18. Запишите уравнения закона Дюгамеля-Неймана.
19. Сформулируйте основные принципы построения уравнений состояния нелинейной упругости.
20. Назовите главный признак пластического состояния материала.
21. Запишите условия начала пластичности для изотропного материала.
22. Чем отличается условие начала пластичности от условия пластичности?
23. Какие меры упрочнения материала вводятся в условия пластичности изотропного материала?
24. Сформулируйте постулат Друкера.
25. Запишите принцип максимума работы пластической деформации.
26. Запишите ассоциированный закон течения материала.
27. Запишите условия существования нагружения материала, разгрузки и нейтрального типа нагружения.
28. Сформулируйте гипотезы теории течения при пластическом деформировании материала.
29. Что такое простое нагружение? Запишите уравнения состояния теории малых упруго пластических деформаций.
30. Назовите главный признак состояния ползучести материала.
31. Сформулируйте основные принципы построения технических теорий ползучести.
32. Назовите особенности ползучести неметаллических материалов.
33. Сформулируйте принцип построения уравнений наследственной теории ползучести при сложном напряженном состоянии.
34. Сформулируйте общие принципы постановки задач механики деформируемого твёрдого тела.



35. Для чего нужны краевые и начальные условия при решении задач механики деформируемого твёрдого тела. Что отражают краевые и начальные условия?

36. Какие особенности проявляются при постановке краевых задач многосвязных тел?

37. Каким образом ставится краевая задача применительно к неоднородному телу, состоящему из областей с различными механическими свойствами?

38. Что такое начальное состояние деформируемого тела, чем оно характеризуется и почему?

39. Дайте математическое представление постановки задач механики деформируемого твёрдого тела.

40. Возможно ли получить фактическое решение задач механики деформируемого твёрдого тела в строгой постановке?

41. Что Вы можете сказать о вариационных принципах механики?

42. В чём заключается смысл принципа возможных перемещений?

43. Чем отличаются между собой вариационные принципы Лагранжа и Даламбера?

44. Какие Вы знаете вариационные принципы теории упругости?

45. В чём заключается сущность вариационного принципа Рейсснера?

46. В чём заключается сущность вариационного принципа Ху-Вашицу?

47. В чём заключается сущность вариационного принципа Кастильяно?

48. Сформулируйте основные задачи теории упругости.

49. В каком случае решение задачи теории упругости является единственным?

50. Каким образом уравнения теории упругости сводятся к уравнениям в перемещениях? Сколько уравнений включает в себя полная система уравнений теории упругости в перемещениях и каков общий порядок её дифференциальных уравнений?

51. Сколько уравнений включает в себя полная система дифференциальных уравнений теории упругости в напряжениях и какой её общий порядок?

52. Охарактеризуйте современное состояние вопросов решения задач теории упругости.

53. Опишите современные схемы решения задач теории пластичности.

54. В чём состоит сущность метода упругих решений задач теории пластичности?

55. Опишите современные схемы решения задач теории ползучести.

56. Опишите современные схемы решения задач наследственной теории ползучести.

57. Опишите особенности расчёта неоднородных конструкций.

### **Перечень типовых экзаменационных задач**

На экзамен по каждой теме выносятся два вида задач.

#### **Типовые задачи (тип I)**

##### **Раздел «Цели и задачи теории пластичности и ползучести»**

1. Определить деформацию полой цилиндрической трубы, заполненной газом или жидкостью с давлением  $P$ . Давление снаружи отсутствует силой тяжести пренебречь.

2. Определить деформацию сплошного цилиндра, равномерно вращающегося вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega$ . Силой тяжести пренебречь, система координат – цилиндрическая. На единицу массы цилиндра в точке с радиус-вектором  $\mathbf{r}$  действует центробежная сила  $\mathbf{f}=\omega^2\mathbf{r}$ .

3. Исследовать напряженно-деформированное состояние, которое возникает при насыщении свободной от нагрузок толстой пластины произвольной формы вследствие диффузии элементов из окружающего

пространства, т.е. имеется поле концентрации  $C_k(x,t)$  (или при нагреве поверхности этой пластины равномерно распределенным источником тепла, т.е. имеется поле температур  $T(x,t)$ ).

*Замечание.* Если направить оси координат  $OX$  по толщине пластине, а  $OY$  и  $OZ$  по поверхности, тогда можно предположить, что

$$\begin{aligned}\sigma_{yy} &= \sigma_{zz} = \sigma(x, t), \\ \sigma_{xy} &= \sigma_{xz} = \sigma_{xx} = \sigma_{yz} = 0.\end{aligned}$$

### Раздел «Методы и способы решения задач теории пластичности и ползучести»

1. Напряжённое состояние в некоторой точке задано тензором напряжений

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} \sigma & a\sigma & b\sigma \\ a\sigma & \sigma & c\sigma \\ b\sigma & c\sigma & \sigma \end{pmatrix},$$

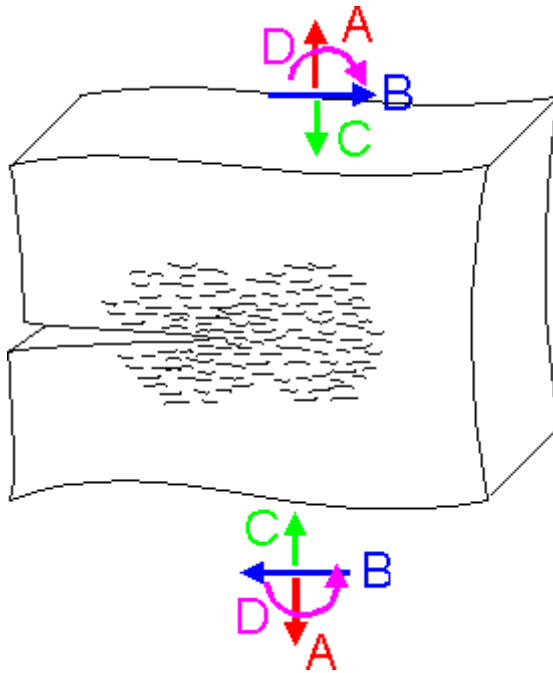
где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – константы, а  $\sigma$  – некоторое значение напряжения. Определить константы  $a$ ,  $b$  и  $c$  так, чтобы вектор напряжения на *октаэдрической* площадке с единичной нормалью  $\hat{n} = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\hat{e}_1 + \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\hat{e}_2 + \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\hat{e}_3$  был равен нулю.

2. Тензор напряжений в точке  $P$  задан так:

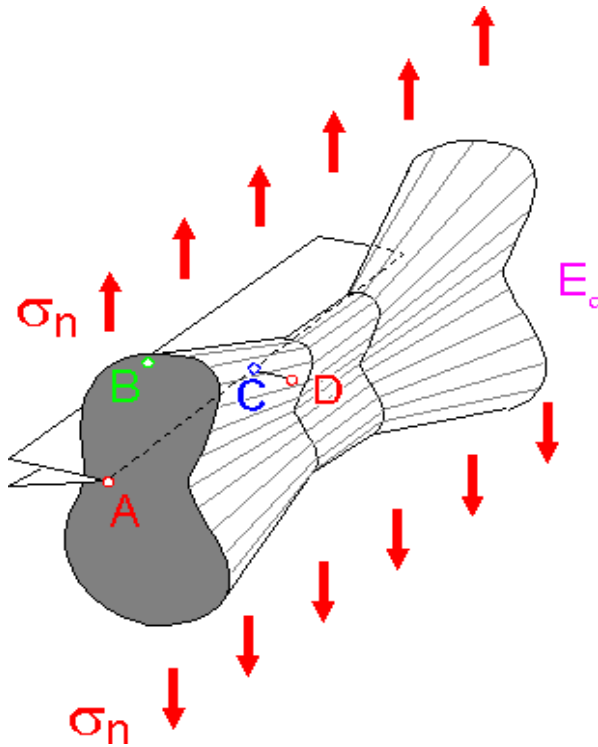
$$\Sigma = \begin{pmatrix} 7 & 0 & -2 \\ 0 & 5 & 0 \\ -2 & 0 & 4 \end{pmatrix}.$$

Определить: а) компоненту, перпендикулярную площадке; б) модуль  $t_i^{(\hat{n})}$ ; в) угол между  $t_i^{(\hat{n})}$  и  $\hat{n}$ .

3. Имеется рябь на полированной поверхности толстой пластины из низко-углеродистой стали, которая отражает внутренние пластические деформации. Как испытывался образец?



4. На рисунке показана пластическая область в толстой стальной пластине. В какой точке напряжение максимальное?



### Типовые задачи (тип II)

#### Раздел «Цели и задачи теории пластичности и ползучести»

1. Найти поверхности напряжения Коши в точке  $P$  для следующих состояний напряжения:

а) всестороннее равномерное растяжение (сжатие)

$$\sigma_{11} = \sigma_{22} = \sigma_{33} = \sigma, \quad \sigma_{12} = \sigma_{13} = \sigma_{23} = 0;$$

б) одноосное растяжение (сжатие)

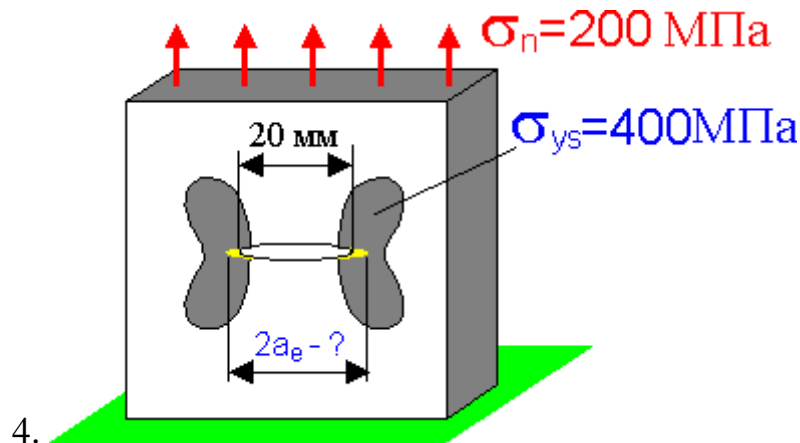
$$\sigma_{11} = \sigma, \quad \sigma_{22} = \sigma_{33} = \sigma_{12} = \sigma_{13} = \sigma_{23} = 0;$$

2. Тензор напряжения в точке  $P$  в декартовых осях  $Ox_1x_2x_3$  имеет компоненты

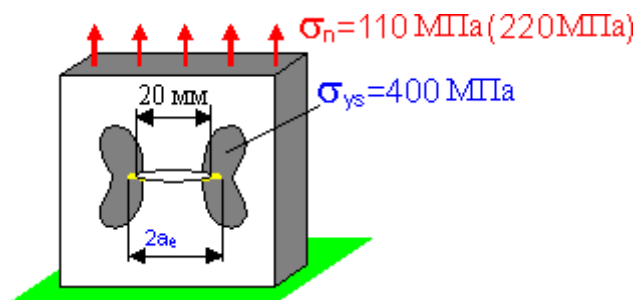
$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

Определить главные напряжения и главные оси тензора напряжений, с которыми будет связана система осей координат  $Ox_1x_2x_3$ .

3. Эффективный размер трещины  $2a_e$ , который составляет пластическую деформацию, равен:



4. Коэффициент интенсивности напряжений для стальной пластины, нагруженной напряжением 110 МПа, равен  $19.5 \text{ МПа м}^{1/2}$ . Номинальное напряжение увеличивается в 2 раза. Какое значение имеет коэффициент интенсивности напряжений для эффективного размера трещины при пластических деформациях?



**Раздел «Методы и способы решения задач теории пластичности и ползучести»**

1. Найти напряжения в тонком диске радиуса  $R$  без отверстия (с отверстием радиуса  $R_0$ ) под действием неравномерного по радиусу распределения температуры (радиального распределения температуры), т.е.  $T(r)$ . Силой тяжести и внешним давлением пренебрегаем.

*Замечание.* Считать напряженное состояние плоским, т.е.  $\sigma_{zz} = 0$  (ось  $OZ$  направлена вдоль толщины диска).

2. Задача о стержне под действием собственного давления. Рассмотреть стержень длиной  $L$ , плотности  $\rho$ , закрепленного своим верхним концом и подверженного деформации растяжения под действием собственного веса. Всюду на внешней поверхности стержня  $\varepsilon_{ij} = 0$ , но  $F = ig$  ( $g$  – ускорение свободного падения) и  $\sigma^n = 0$ , за исключением торца  $S$ , где стержень закреплен. Напряжения на торце  $S$  определить из решения задачи.
3. Непосредственным вычислением найти инварианты  $I_\Sigma$ ,  $II_\Sigma$ ,  $III_\Sigma$  тензора напряжений

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 6 & -3 & 0 \\ -3 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 8 \end{pmatrix}.$$

Найти главные напряжения для этого напряжённого состояния и показать, что диагональная форма приводит к тем же самым значениям инвариантов.

4. В некоторой точке задан тензор напряжений

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & -6 & -12 \\ 0 & -12 & 1 \end{pmatrix}.$$

Определить максимальное касательное напряжение в этой точке и показать, что оно действует в плоскости, которая делит пополам угол между площадками максимального и минимального нормальных напряжений.

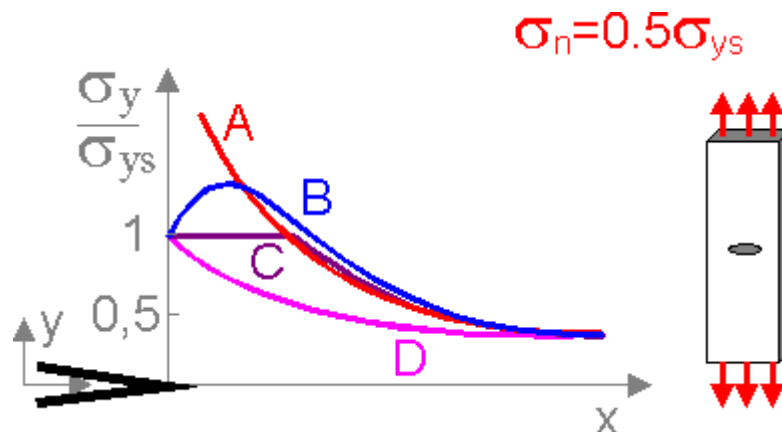
### Образец экзаменационного билета

1. Каким образом в механике деформируемого твердого тела учитываются температура и всевозможные физические поля?
2. Сформулируйте основные принципы построения уравнений состояния нелинейной упругости.
3. Тензор напряжений в точке  $P$  задан так:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} 7 & 0 & -2 \\ 0 & 5 & 0 \\ -2 & 0 & 4 \end{pmatrix}.$$

Определить вектор напряжения в точке  $P$  на площадке с единичным вектором нормали  $n = \frac{2}{3}e_1 - \frac{2}{3}e_2 + \frac{1}{3}e_3$ .

4. Какое распределение напряжений на линии роста трещины в центре толстой стальной пластины?  $Y_S$  - Предел текучести.



### Принцип составления экзаменационного билета

Первые два вопроса являются теоретическими и предназначены для оценивания порогового уровня освоения дисциплины. Третий вопрос предназначен для оценки продвинутого уровня. Последний вопрос для

оценки высокого уровня освоения. Таблица для составления экзаменационных билетов по фонду оценочных средств:

Номер вопроса	I семестр
1	вопросы 1 – 29
2	вопросы 30 – 57
3	задачи I типа
4	задачи II типа

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине

#### «Основы программирования в компьютерных системах»

Баллы (рейтинговая оценка)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по теории пластичности и ползучести, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, связанных с проектированием и реализацией задач в области профессиональной деятельности.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал по теории пластичности и ползучести, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, связанных с проектированием и реализацией задач в области профессиональной деятельности, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала в области теории пластичности и ползучести, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, связанным с применением стандартных подходов в области своей профессиональной деятельности.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала по теории пластичности и ползучести, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Оценка



		«неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
--	--	---

### **.Оценочные средства для текущей аттестации**

#### **Вопросы для собеседований по дисциплине «Механика деформирования и разрушения твердых тел»**

##### **Раздел «Цели и задачи механика деформирования и разрушения твердых тел»**

1. Типы взаимодействий. Бездефектный материал. Реальные материалы.
2. Дефекты и их классификация. Размерные уровни дефектов.
3. Критерии разрушения. Поверхность как источник начала разрушения. Микротрещины и их классификация.
4. Понятие простого нагружения. Схематизация диаграмм деформирования. Условия возникновения пластических деформаций.
5. Анизотропные и сложные среды.
6. Интенсивность касательных деформаций. Интенсивность касательного напряжения.
7. Условия пластичности Треска - Сен- Венана, Мизеса, приведенного напряжения
8. Теория течения. Ассоциированный закон течения.
9. Деформационная теория пластичности.
10. Основные соотношения М. Леви и Р. Мизеса.
11. Основные соотношения Г. Генки.
12. Постулат Друкера.
13. Теорема единственности задачи теории пластичности.
14. Экстремальные принципы для жестко - пластического тела.
15. Полная система уравнений равновесия для теории течения.
16. Полная система уравнений равновесия для деформационной теории.

17. Граничные условия и условия непрерывности на границе упругой и пластической

**Раздел «Методы и способы решения задач теории пластичности и ползучести»**

18. Упруго - пластическое равновесие сферического сосуда (несжимаемый материал).

19. Упруго - пластическое равновесие сферического сосуда (сжимаемый материал).

20. Упруго - пластическое состояние вращающегося диска

21. Жестко - пластическое состояние вращающегося диска.

22. Упруго - пластическое кручение стержней. Основные определения.

23. Упруго - пластическое кручение стержней эллиптического сечения.

24. Упруго - пластическое кручение стержней круглого сечения.

25. Плоская теория пластичности. Линии скольжения.

26. Свойства линий скольжения.

27. Полная система уравнений равновесия плоской теории упругости.

28. Основные краевые задачи плоской теории упругости.

29. Упруго - пластическое растяжение плоскости с круговым отверстием.

30. Решения Прандтля о вдавливании плоского штампа.

31. Решения Хилла о вдавливании плоского штампа.

32. Давление на полуплоскость выпуклого и вогнутого штампов.

33. Внедрение в полуплоскость клинообразных штампов.

34. Основные определения теории ползучести.

35. Основные соотношения теории вязко - пластичности.

**Критерии оценки:**

✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если его ответ показывает прочные знания основных положений изучаемого раздела теории пластичности и ползучести, отличается глубиной и полнотой раскрытия

темы; владение терминологическим аппаратом; умение делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение алгоритмически описывать проблему из выбранной предметной области.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий прочные знания основных положений изучаемого раздела теории пластичности и ползучести, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры алгоритмов; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение алгоритмически описывать проблему из выбранной предметной области. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 балл выставляется студенту, если его ответ, свидетельствующий в основном о знании основных положений изучаемого раздела теории пластичности и ползучести, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками объяснения, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры алгоритмов; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение алгоритмически описывать проблему из выбранной предметной области.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий незнание основных положений изучаемого раздела теории пластичности и ползучести, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа;

неумение алгоритмически описывать проблему из выбранной предметной области