



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

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП


Бочарова А.А.
(Ф.И.О. рук. ОП)
«29» января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»


Директор департамента компьютерно-интегрированных производственных систем
Змеу К.В.
(Ф.И.О. дир. деп.)
«29» января 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика контактного взаимодействия и физика трения

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 18 час.
в том числе с использованием МАО лек. /пр.8 /лаб. 4 час.
всего часов аудиторной нагрузки 45 час.
в том числе с использованием МАО 12 час.
самостоятельная работа 63 час.
в том числе на подготовку к экзамену - час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
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 2021г.

Директор отделения: к.т.н. доцент Грибиниченко М.В.

Составитель: к.ф.-м.н., профессор О.Н. Любимова

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)

Цели и задачи освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Механика контактного взаимодействия и физика трения» предназначена для студентов 2 курса, обучающихся по направлению 15.04.03 «Прикладная механика», магистерская программа «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг». Дисциплина входит в вариативную часть блока «Дисциплины (модули)» (Б1.В.06).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (9 часов), практические занятия (18 часов), лабораторные работы (18 часов), самостоятельная работа студента (63 часа). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3-м семестре. Форма контроля – зачет.

Цель: дать математическую основу расчета концентрации напряжений в ослабленных отверстиями элементах конструкций с подкрепляющими элементами для проектирования и оценки прочности.

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).
2. Шкалу процессов разрушения, уровни процессов, общепринятые критерии разрушения.
3. Существующие оценки прочности конструкции (теории прочности).
4. Основные уравнения теории упругости, плоская задача и ее разновидности (плоская деформация и плоское напряженное состояние).
5. Методы решения задач теории упругости.
6. Понятие концентрации напряжений (виды концентраторов) и влияние их на прочность, растяжение бесконечной пластинки с круговым отверстием (как пример концентратора), решение при различных видах нагрузки на бесконечности, коэффициент концентрации напряжений (ККН),

понятие о контактных задачах теории упругости, сопряжение пластинки с упругой или абсолютно жесткой шайбой из другого материала (задача Н.И. Мусхелишвили), подкрепление кругового отверстия упругим кольцом (задача Г.Н.Савина), подкрепление отверстия кольцом, работающим по теории кривого бруса, понятие об относительной жесткости (податливости) подкрепления, оптимальная величина жесткости подкрепления, устраняющая концентрацию напряжений.

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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 способностью критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	Знает	основную проблематику задач прикладной механики с учетом потребностей промышленности и современных тенденций развития технологий, и адекватные методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики
	Умеет	критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
	Владеет	способностью научно грамотно ставить задачи и разрабатывать программу исследования с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, выбирать адекватные способы и методы решения, анализа и интерпретации с целью эффективного решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики
ПК-7 готовностью овладеть новыми современными методами и средствами проведения	Знает	современные требования в области динамики и прочности, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности техники для различных отраслей промышленности

экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов	Умеет	разрабатывать математические модели и применять программные системы мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач различных отраслей промышленности
	Владеет	навыками применения наукоемких компьютерных технологий моделирования и мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач прикладной механики в различных отраслях промышленности
ПК-9 способность самостоятельно овладевать современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена в сложных технических системах, анализировать и обобщать результаты экспериментов	Знает	основы современных методов и средств проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена в сложных технических системах; обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов
	Умеет	применять на практике современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена в сложных технических системах; обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов
	Владеет	современными методами экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена в сложных технических системах; обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Механика контактного взаимодействия и физика трения» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: «групповая консультация»

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (9 часов)

РАЗДЕЛ 1. Постановка контактных задач теории упругости. (3 час)

Тема 1. Основные понятия и определения. (2 час.)

Типы взаимодействий. Бездефектный материал. Реальные материалы. Дефекты и их классификация. Размерные уровни дефектов.

Тема 2. Стадии разрушения. (1 час.)

Критерии разрушения. Поверхность как источник начала разрушения. Микротрещины и их классификация.

Раздел 2. Математический аппарат теории упругости.(6 час.)

Тема 1. Трехмерная задача теории упругости. (2 час.)

Плоская задача теории упругости. Постановка задачи о растяжении бесконечной пластины с круговым отверстием. Осесимметричная и антисимметричная (сдвиговая) задачи. Концентрация окружных напряжений возле отверстия

Тема 2. Снижение концентрации напряжений путем установки подкрепляющих элементов. (2 час)

Контактная задача. Теорема Нётер. Законы симметрии

Тема 3. Задача сопряжения пластины с шайбой из другого материала (задача Н.И. Мусхелишвили). (2 час)

Свойства кристаллических тел. Плотнупакованные решетки. Кристаллическая решетка металлов. Задача сопряжения пластины с шайбой из другого материала.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 часов)

Занятие 1. Растяжение полосы ограниченной ширины с круговым отверстием с определением ККН методом тензометрирования (2 час.)

Растяжение металлического стержня. Определение нормального и касательного напряжений. Выводы. Схемы линейного и плоского напряженного состояния при растяжении стержня.

Занятие 2. Расчет ККН в полосе или ограниченной пластине (4 час.)

Определение истинного напряжения текучести. Скольжение. Плоскость скольжения.

Занятие 3. Распределение разности главных напряжений в фоточувствительной пластине с круговым отверстием (4 час.)

Внутризеренная и межзеренная деформации. Механизмы холодной и горячей обработки давлением. Модуль сдвига. Сдвигающие деформации

Занятие 4. Картина полос в пластине с жесткой шайбой нагруженной сдвигающей силой (2 час.)

Кристаллизация реальных металлов. Характер и степень нарушения правильности кристаллического строения. Точечные, линейные, поверхностные и объемные дефекты. Дислокации. Примеси внедрения.

Занятие 5. Фотоупругое исследование картины полос при растяжении модели с двумя квадратными вырезами (4 час.)

Кристаллографические направления. Трехмерные дефекты. Дендрит. Процессы образования дефектов.

Занятие 6. Исследование напряженного состояния в диске сжатом двумя силами (4 час.)

Передвижение дислокаций путем скольжения. Касательное напряжение. Критическое напряжение. Переползание. винтовая дислокация.

Занятие 7. Расчет концентрации напряжений в пластинке и шайбе из различных материалов (2 час.)

Диффузионные перемещения. Передвижение атомов на границах зерен. Трещины. Возникновение микротрещин. Вязкое и хрупкое разрушение.

Занятие 8. Расчет напряженно деформированного состояния двух деталей с учетом контакта в программном комплексе ANSYS. (2 час.)

Моделирование болтового соединения «уголок-пластина», с учетом затяжки болта и внешнего воздействия на пластину. Определение пятна контакта.

Занятие 9. Контактный нелинейный анализ в ANSYS (2 час.)

Расчет напряженно-деформированного состояния храпового механизма при вращении шестерни с учетом контакта. Определение упругой деформации.

Лабораторные работы (18 часов)

1. Испытание материалов на растяжение (2 час.)

Растяжение стального стержня на универсальной испытательной машине Shimadzu AG-X PLUS. Определение предела прочности. Определение модуля упругости. Построение условной диаграммы растяжения. Статистическая обработка результатов испытания.

2. Испытание материала на сжатие. (2 час.)

Сжатие сплошного стального цилиндра на универсальной испытательной машине Shimadzu AG-X PLUS. Определение предела прочности. Построение условной диаграммы. Статистическая обработка результатов испытания.

3. Испытание материалов на изгиб. (2 час.)

Испытание стального стержня на изгиб на универсальной испытательной машине Shimadzu AG-X. Статистическая обработка результатов испытания. Определение изгибающего момента, поперечной силы и стрелы прогиба.

4. Испытание нити на разрыв. (2 час.)

Растяжение нити из углеволокна на универсальной испытательной машине Shimadzu AG-X с использованием пневмозахватов. Удельная разрывная нагрузка. Абсолютное разрывное удлинение. Статистическая обработка результатов испытания.

5. Испытание стеклометаллокомпозитного стержня на растяжение (2 час.)

Растяжение стеклометаллокомпозитного стержня на универсальной испытательной машине Shimadzu AG-X PLUS. Определение предела

прочности. Определение модуля упругости. Построение условной диаграммы растяжения. Статистическая обработка результатов испытания.

6. Испытание стеклометаллокомпозита на сжатие. (2 час.)

Сжатие образца стеклометаллокомпозита на универсальной испытательной машине Shimadzu AG-X PLUS. Определение предела прочности. Построение условной диаграммы. Статистическая обработка результатов испытания.

7. Испытание стеклометаллокомпозитного стержня на изгиб. (2 час.)

Испытание стеклометаллокомпозитного стержня на изгиб на универсальной испытательной машине Shimadzu AG-X. Статистическая обработка результатов испытания. Определение изгибающего момента, поперечной силы и стрелы прогиба.

8. Испытания стеклометаллокомпозитных оболочек. (4 час.)

Испытание стеклометаллокомпозитных оболочек на всестороннее сжатие в камере высокого давления. Определение предела прочности оболочки.

Самостоятельная работа (63 часа)

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине:

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	8 неделя	Решение ИДЗ по разделу «Постановка контактных задач теории упругости»	10 ч.	ПР-12
2	10 неделя	Подготовка к докладу по разделу «Постановка контактных задач теории упругости»	10 ч.	УО-3
6	12 неделя	Решение задач по разделу «Математический аппарат теории упругости»	10 ч.	ПР-11
4	14 неделя	Подготовка к докладу по	10 ч.	УО-3

		разделу «Математический аппарат теории упругости»		
5	1-18 неделя	Подготовка к выполнению лабораторных работ	10 ч.	ПР-6
6	18 неделя	Подготовка к зачету	13 ч.	УО-1
Итого			63 час.	

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Устные опросы

Вопросы и критерии оценки размещены в фондах оценочных средств

Доклады по разделам дисциплины

Темы докладов и критерии оценки размещены в фондах оценочных средств

Лабораторные работы

Пример лабораторной работы № 5 Испытание стеклометаллокомпозитного стержня на растяжение

Статические испытания на растяжение проводятся на универсальной испытательной машине Shimadzu AG-X PLUS. Образец длиной 160 мм диаметром 10 мм (рисунок 1) закрепляется в неподвижные клиновые захваты универсальной испытательной машины, углубляясь на 30 мм с каждой стороны, таким образом рабочая длина образца составляет $l=100$ мм (рисунок 2). Скорость нагружения составляет 1 мм/мин.

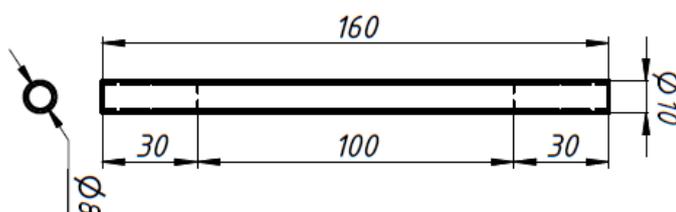


Рисунок 1 – Образец для испытаний на растяжение

После выполнения серии испытаний универсальной машиной Shimadzu AG-X PLUS формируется отчет, в котором указываются предел прочности, нагрузка, при которой достигнут предел прочности максимальное удлинение образца и условная диаграмма испытания в координатах «напряжение – деформация». Заполняется таблица 1.

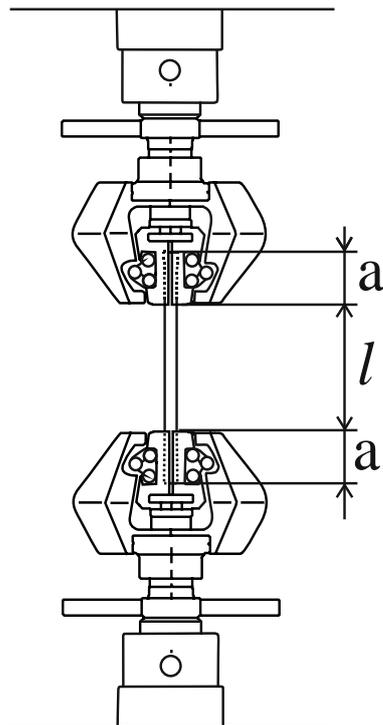


Рисунок 2 – Неподвижные клиновые захваты SHIMADZU

Таблица 1 – Предел прочности образцов, изготовленных по режимам 1-7.

	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	F _B ,кН										
	σ _B ,МПа										

Статистическая обработка проводилась для значений σ_B для вычисления доверительного интервала по формулам:

$$\sigma_B^{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_B^i}{n}, n=1- \text{число испытаний.}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_B^i - \sigma_B^{cp})^2}{n-1} - \text{несмещенная оценка дисперсии.}$$

$$\bar{S} = \frac{\sqrt{S^2}}{\sqrt{n}}$$

Доверительный интервал для среднего значения:

$$[\sigma_B^{cp} - t_{p;n-1} \cdot \bar{S}, \sigma_B^{cp} + t_{p;n-1} \cdot \bar{S}],$$

где $t_{p;n-1}$ квантиль распределения Стьюдента с n-1 степенью свободы, соответствующей вероятности p.

Таблица 4.4 – Результаты статистической обработки

Режим	σ_B^{cp} , Н/мм ²	S	u_p	интервал

Самостоятельно: опишите характер поведения образца стеклометаллокомпозитного стержня по условной диаграмме растяжения.

Индивидуальные задания

ИДЗ и критерии оценки размещены в фондах оценочных средств

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку.

Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал в представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на ИДЗ;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;

- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 6-8 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Критерии оценки самостоятельной работы приведены в фондах оценочных средств.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№	Контролиру	Коды и этапы формирования	Оценочные средства
----------	-------------------	----------------------------------	---------------------------

п/п	емые разделы / темы дисциплин ы	компетенций		текущий контроль	промежуто чная аттестаци я
1	Постановка контактных задач теории упругости	ПК-3 ПК-7	Знает основную проблематику задач прикладной механики с учетом потребностей промышленности и современных тенденций развития технологий, и адекватные методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики	Собеседование (УО-1)	вопросы к зачету 1-13
			Умеет критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	Доклад (УО-3)	вопросы к зачету 1-13
			Владеет ставить задачи и разрабатывать программу исследования с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, выбирать адекватные способы и методы решения, анализа и интерпретации с целью эффективного решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики	ИДЗ (ПР-12)	вопросы к зачету 1-13
2	Математический аппарат теории упругости	ПК-7 ПК-9	Знает современные требования в области динамики и прочности, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности техники для различных отраслей промышленности	Собеседование (УО-1)	вопросы к зачету 1-13
			Умеет разрабатывать математические модели и применять программные системы мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач различных	Доклад (УО-3)	вопросы к зачету 1-13

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуто чная аттестаци я
		отраслей промышленности		
		Владеет навыками применения наукоемких компьютерных технологий моделирования и мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач прикладной механики в различных отраслях промышленности	ИДЗ(ПР-12) ЛР (ПР-6)	вопросы к зачету 1-13

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Попов, В.Л. Механика контактного взаимодействия и физика трения. От нанотрибологии до динамики землетрясений: учебное пособие / В.Л. Попов - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2013 - 352 с.

<http://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Lan:Lan-59638&theme=FEFU>

2. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей: учебное пособие, - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 216 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544055>

3. Каменских, А. А. Реализация решения задач механики контактного взаимодействия в прикладном пакете ANSYS : учебное пособие / А. А. Каменских, М. Л. Бартоломей. — Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2017. — 65 с.

<https://www.iprbookshop.ru/105517.html>

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

5. Тавтилов И.Ш. Практикум по основам теории трения, изнашивания и триботехническим испытаниям [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Ш. Тавтилов, В.И. Юршев. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 232 с. — <http://www.iprbookshop.ru/71311.html>

Дополнительная литература

1. Потапова Л.Б. Механика материалов при сложном напряженном состоянии. Как прогнозируют предельные напряжения? [Электронный ресурс] : монография / Л.Б. Потапова, В.П. Ярцев. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 244 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64118.html>

2. Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс] : учебник / В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 238 с. — 978-5-7782-1287-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45417.html>

3. 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>

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение и информационно-справочные системы:

1. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д).
2. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины отводится 45 часов аудиторных занятий и 63 часа самостоятельной работы.

На лекционных занятиях преподаватель объясняет материал, предлагает задания, контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения.

На практических и лабораторных 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 соответствующую литературу, просмотреть практикум с разобранными примерами. После выполнения задания, студент защищает его преподавателю в назначенное время.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оборудование, размещенное в аудиториях для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине:

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 видеочка Multipix MP-HD718 – 1 шт.

Оборудование, размещенное в аудиториях для проведения лабораторных занятий по дисциплине:

Испытательные настольные машины Shimadzu AG 5 kN,

Испытательные настольные машины Shimadzu AGx 50 kN .

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	
ПК-3 способностью критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития	Знает	основную проблематику задач прикладной механики с учетом потребностей промышленности и современных тенденций развития технологий, и адекватные методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики
	Умеет	критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения

<p>техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты</p>		<p>теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты</p>
	Владеет	<p>способностью научно грамотно ставить задачи и разрабатывать программу исследования с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, выбирать адекватные способы и методы решения, анализа и интерпретации с целью эффективного решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики</p>
<p>ПК-7 готовностью овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов</p>	Знает	<p>современные требования в области динамики и прочности, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности техники для различных отраслей промышленности</p>
	Умеет	<p>разрабатывать математические модели и применять программные системы мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач различных отраслей промышленности</p>
	Владеет	<p>навыками применения наукоемких компьютерных технологий моделирования и мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач прикладной механики в различных отраслях промышленности</p>
<p>ПК-9 способность самостоятельно овладевать современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, тепломассообмена в сложных технических системах, анализировать и обобщать результаты экспериментов</p>	Знает	<p>основы современных методов и средств проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, тепломассообмена в сложных технических системах; обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов</p>
	Умеет	<p>применять на практике современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, тепломассообмена в сложных технических системах; обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов</p>
	Владеет	<p>современными методами экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, тепломассообмена в сложных технических системах; обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов</p>

Контроль достижений целей курса

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуто чная аттестаци я
1	Постановка контактных задач теории упругости	ПК-3 ПК-7	Знает основную проблематику задач прикладной механики с учетом потребностей промышленности и современных тенденций развития технологий, и адекватные методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики	Собеседование (УО-1)	вопросы к зачету 1-13
			Умеет критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	Доклад (УО-3)	вопросы к зачету 1-13
			Владеет ставить задачи и разрабатывать программу исследования с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, выбирать адекватные способы и методы решения, анализа и интерпретации с целью эффективного решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики	ИДЗ (ПР-12)	вопросы к зачету 1-13
2	Математический аппарат теории упругости	ПК-7 ПК-9	Знает современные требования в области динамики и прочности, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности техники для различных отраслей промышленности	Собеседование (УО-1)	вопросы к зачету 1-13
			Умеет разрабатывать математические модели и применять программные системы	Доклад (УО-3)	вопросы к зачету 1-13

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
		мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач различных отраслей промышленности		
		Владеет навыками применения наукоемких компьютерных технологий моделирования и мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач прикладной механики в различных отраслях промышленности	ИДЗ(ПР-12) ЛР (ПР-6)	вопросы к зачету 1-13

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-3 способностью критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать,	Знает	основную проблематику задач прикладной механики с учетом потребностей промышленности и современных тенденций развития технологий, и адекватные методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики	знание проблематики задач прикладной механики, потребностей промышленности, мировых тенденций развития	способность сформулировать основные понятия и определения, проблемы и мировые тенденции развития прикладной механики
	Умеет	критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом мировых тенденций развития техники и	умение критически анализировать современные проблемы прикладной механики	способность критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей

интерпретировать, представлять и применять полученные результаты		технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	с учетом потребностей промышленности, предлагать программу исследования, ставить задачи и выбирать методы решения.	промышленности, способность предлагать программу исследования, ставить задачи и выбирать методы решения
	Владеет	способностью научно грамотно ставить задачи и разрабатывать программу исследования с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, выбирать адекватные способы и методы решения, анализа и интерпретации с целью эффективного решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач прикладной механики	владение методами построения адекватных математических моделей владение методами конечно-элементного моделирования задач прикладной механики	способность построения адекватных математических моделей исследуемых процессов и систем, способность применять методы конечно-элементного моделирования в задачах прикладной механики для решения, анализа и интерпретации результатов
ПК-7 готовностью овладеть новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов	Знает	критерии подбора и изучения литературных источников, методику анализа поставленных задач в области прикладной механики	основы методов и средств поиска научно-технической информации из современных электронных ресурсов Science Direct, Elsvier Freedom Collection, SCOPUS	Способность проводить поиск необходимой информации по научно-технической тематике
	Умеет	обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов	использовать современные методы и средства поиска научно-технической информации из современных электронных ресурсов Science Direct, Elsvier Freedom Collection, SCOPUS, для обоснования целей и задач исследований и сравнения с современными научно – техническими результатами	Способность использовать современные методы и средства проведения поиска информации из современных электронных ресурсов
	Владеет	современными методами и средствами планирования и проведения экспериментальных исследований	новыми современными методами и средствами проведения поиска информации по заданной тематике из электронных	Способность проводить анализ и обобщение результатов поиска современной информации по научно-технической теме

			ресурсов, в том числе Science Direct, Elsvier Freedom Collection, SCOPUS	
ПК-9 способность самостоятельно овладеть современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена в сложных технических системах, анализировать и обобщать результаты экспериментов	Знает	основы современных методов и средств проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена в сложных технических системах; обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	Знание основных методов измерения механических величин с регистрацией экспериментальных данных с применением современных информационных технологий	Знание методов статистической обработки и анализа экспериментальных данных; - основы математической теории планирования полнофакторного эксперимента
	Умеет	применять на практике современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена в сложных технических системах; обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	- умение самостоятельно разрабатывать и исследовать математические модели процессов, в том числе по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена применяя современные аналитические и численные методы;	Умение работать с компьютерными системами; пользоваться современными программными средствами для решения задач механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена.
	Владеет	современными методами экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена в сложных технических системах; обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	Владение навыками работы в пакетах прикладных программ по планированию и обработке результатов эксперимента, использованию методов математического моделирования при проведении научных исследований	Способность использовать современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по задачам механики жидкости, многофазных потоков, теплообмена в сложных технических системах; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания
результатов освоения дисциплины**

Оценочные средства для текущей аттестации

Вопросы для устного опроса

1. Типы взаимодействий. Бездефектный материал. Реальные материалы.

2. Дефекты и их классификация. Размерные уровни дефектов.
3. Стадии разрушения.
4. Критерии разрушения. Поверхность как источник начала разрушения. Микротрещины и их классификация.
5. Трехмерная задача теории упругости.
6. Плоская задача теории упругости.
7. Постановка задачи о растяжении бесконечной пластины с круговым отверстием.
8. Осесимметричная и антисимметричная (сдвиговая) задачи.
9. Концентрация окружных напряжений возле отверстия
10. Снижение концентрации напряжений путем установки подкрепляющих элементов.
11. Контактная задача. Теорема Нётер. Законы симметрии
12. Задача сопряжения пластины с шайбой из другого материала (задача Н.И. Мусхелишвили).
13. Свойства кристаллических тел. Плотноупакованные решетки. Кристаллическая решетка металлов. Задача сопряжения пластины с шайбой из другого материала.
14. Влияние термической обработки на размер зерна.
15. Классификация типов разрушения.

Критерии оценки устного опроса:

✓ 100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных положений изучаемого раздела механики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных положений изучаемого раздела механики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании основных положений изучаемого раздела механики, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание основных положений изучаемого раздела механики, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, сформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа

Темы докладов

1. Классификация типов механических испытаний
2. Основные положения теории размерностей
3. Уравнения пластического состояния
4. Теория пластического течения
5. Классификация образцов. Образцы для определения механических характеристик материалов.

6. Машины для испытания на растяжение и сжатие, описание программного обеспечения.

Критерии оценки докладов

✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если его доклад показывает прочные знания основных положений изучаемого раздела по теме доклада, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий прочные знания основных положений изучаемого раздела по теме доклада, 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. Однако допускается одна - две неточности в докладе.

✓ 75-61 балл выставляется студенту, если его ответ, свидетельствующий в основном о знании основных положений изучаемого раздела по теме доклада, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий незнание процессов основных положений изучаемого раздела по теме доклада, 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.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету

1. Условная диаграмма одноосного растяжения.
2. Строение тверд. кристаллических тел.
3. Кристаллическая решетка. Виды кристаллических решеток.
4. Характеристики кристаллической решетки.
5. Дефекты кристаллической решетки.
6. Классификация типов дефектов.
7. Дислокация. Виды дислокации.
8. Дислокационный механизм упругопластической деформации.
9. Основные типы деформирования: скольжение и двойникование.
10. Основные элементы дислокационной структуры.
11. Понятие о концентраторе напряжения.
12. Влияние термической обработки на размер зерна.
13. Классификация типов разрушения.

Критерии оценки зачета по дисциплине

Баллы (рейтингово й оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
60-100	«зачет»	«Зачет» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил учебный материал 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, в области профессиональной деятельности.
0-59	«незачет»	Оценка «незачет» выставляется студенту, который не знает

		значительной части учебного материала по дисциплине, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Оценка «незачет» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
--	--	--