

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
от 30.11.2022 г. протокол № 13

Рабочая программа дисциплины

Механика разрушения

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.04.03 Механика и математическое моделирование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Информационное и программное обеспечение. Инженерия

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина <i>Б1.О.11, Механика разрушения</i> относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знать структуру жизненного цикла проекта. УК-2.2. Уметь адаптировать жизненный цикл под специфику конкретных проектов. УК-2.3. Владеть методами управления проектом на всех этапах его жизненного цикла.	Знать: структуру жизненного цикла проекта, необходимые при исследовании экономических аспектов механики разрушения. Уметь адаптировать жизненный цикл под специфику конкретных проектов при решении исследовательских задач механики разрушения Владеть методами управления проектом на всех этапах его жизненного цикла	
ОПК-1. Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики	ОПК-1.1. Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук	Знает основные вопросы механики разрушения.	собеседование
	ОПК-1.2. Умеет формулировать, анализировать и решать профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук.	Умеет формулировать, анализировать и решать задачи механики разрушения	собеседование
	ОПК-1.3 Имеет практический опыт постановки и решения актуальных задач математики и механики.	Имеет практический опыт постановки и решения актуальных задач механики разрушения	собеседование
ОПК-2. Способен разрабатывать и применять новые методы математического моделирования в	ОПК-2.1. Знает основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования.	Знает основные положения, терминологию и методологию в области моделирования процессов разрушения	Задача (практическое задание)

научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности	ОПК-2.2. Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной и научной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук.	Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач моделирования процессов разрушения	Задача (практическое задание)
	ОПК-2.3. Имеет практический опыт разработки новых методов математического моделирования для решения задач профессиональной и научной деятельности	Имеет практический опыт разработки новых методов математического моделирования для решения задач механики разрушения	Задача (практическое задание)
ПК-2 Способен самостоятельно анализировать поставленную задачу, выбирать корректные методы её решения, применять математически сложные алгоритмы в современных специализированных программных комплексах, реализовывать в них новые алгоритмы	ПК-2.1. Знает теоретические основы и методологию построения решений фундаментальных задач механики, основы информационных технологий. ПК-2.2. Умеет самостоятельно осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности. ПК-2.3. Имеет практический опыт решения задач механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов.	Знает теоретические основы и методологию построения решений фундаментальных задач механики разрушения Умеет самостоятельно осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач механики разрушения Имеет практический опыт решения задач механики разрушения в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов.	Задача (практическое задание)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	5 з.е.
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	67
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	32
- текущий контроль (КСР)	3
самостоятельная работа	77
Промежуточная аттестация (2 семестр)– Экзамен	36
Промежуточная аттестация (3 семестр)– Зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				СР ¹ , часы
		из них				
		ЗЛеТ ²	ЗСеТ ³	ЗЛаТ ⁴	Всего	
Введение	8	2		2	4	4
Основы континуальной механики повреждений	33	4	2	10	16	17
Частные случаи процессов разрушения	48	4	6	10	20	28
Рост трещин. Основы механики разрушения	16	2	4		6	10
Нелинейная механика разрушения	30	2	2	10	14	16
Обзор курса	6	2	2		4	2
Текущий контроль (КСР)	3				3	
Промежуточная аттестация	36					
ИТОГО	180	16	16	32	67	77
¹ Самостоятельная работа обучающегося.						
² Занятия лекционного типа.						
³ Занятия семинарского типа.						
⁴ Занятия лабораторного типа.						

Краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

1. Введение. Краткая характеристика основных форм и типов механического разрушения материала и элементов конструкции; понятие ресурса; постановка задач определения прочности элементов конструкции на стадии проектирования и получения оценок ресурса их в процесса эксплуатации; классические теории прочности и их обобщения, концепция предельных поверхностей в пространствах напряжений и деформаций, понятие об историях нагружений.
2. Основы континуальной механики повреждений. Концепция сплошной среды с повреждениями, взаимосвязь параметров поврежденности материала, кинетики накопления повреждений и структурных уровней материала; схемы линейного и нелинейного суммирования повреждений, равновесная и неравновесная стадии процесса накопления повреждений.
3. Частные случаи процессов разрушения. Эффекты высокоскоростного деформирования и разрушения материала, модель Мотта, ветвление трещин, арест трещин; многоцикловая усталость, кривая Велера, кривые усталости равной вероятности разрушения, схема суммирования повреждений при сменах режимов деформирования; малоцикловая усталость, диаграммы циклического деформирования материала, переходная стадия и установившийся режим, переходная долговечность, уравнение Коффина-Мэнсона, схема суммирования повреждений при сменах режима деформирования.
4. Рост трещин. Основы механики разрушения. Распределение напряжений и смещений в вершине трещины отрыва, плоского и антиплоского сдвига, коэффициент интенсивности напряжений, линейная механика разрушения; энергетический и силовой подходы к формулировке критерия разрушения упругих сред с трещинами, трещиностойкость, устойчивый, неустойчивый и динамический рост трещины, ветвление трещин; разрушение упругопластических сред с трещинами, поправка Ирвина для длины трещины в упругопластической зоне, коэффициент интенсивности напряжений и К-тарировки; усталостная долговечность тел с трещинами, кинетическая диаграмма усталостного разрушения, уравнение Пэриса.
5. Нелинейная механика разрушения. Инвариантные интегралы, раскрытие кончика трещины.
6. Обзор курса. Подготовка к промежуточной аттестации.

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий (семинарских занятий/лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 48 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: опыт разработки новых методов математического моделирования для решения задач механики разрушения; решения задач механики разрушения в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов.
- компетенций - УК-2; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторные типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах – экзамен

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

- повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
- самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к занятиям семинарского типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к занятиям лабораторного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лабораторного типа),
- лабораторные работы по компьютерному моделированию механических процессов с использованием пакетов прикладных программ (в течение семестра, студенты выполняют лабораторные работы и сдают отчеты к каждому занятию),
- подготовка к промежуточному контролю успеваемости (экзамен, зачет).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *задач (практических заданий)*, и контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		<u>Знания</u>	<u>Умения</u>	<u>Навыки</u>
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
неудовлетворительно		Уровень знаний ниже минимальных	При решении стандартных задач не	При решении стандартных задач не

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
		требований. Имели место грубые ошибки.	продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
удовлетворительно	зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
очень хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
отлично		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
превосходно		Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»

Оценка		Уровень подготовки
незачтено	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Виды и классификация разрушений.	ОПК-1
2) Влияние окружающей среды на разрушение. Теоретическая и техническая прочность. Влияние дислокационных механизмов.	ОПК-1
3) Критерии прочности и пластичности. Эквивалентное напряжение. Теории прочности.	ОПК-1
4) Напряженное состояние в зоне разрушения. Типы трещин. Силовой подход в механике разрушения. Классическая и неклассическая схемы разрушения.	ОПК-1
5) Решение Кирша. Решение Колосова — Инглиса. Коэффициент концентрации напряжений.	ОПК-1
6) Задача Г.В. Колосова, Н.И. Мухелишвили, Г. Вестергарда.	ОПК-1
7) Коэффициенты интенсивности напряжений. Силовой критерий Дж.Р. Ирвина начала роста трещины (разрушения). «У — тарировки».	ОПК-1
8) Основные положения теории Гриффитса.	ОПК-1
9) Концепция Гриффитса-Орована-Ирвина.	ОПК-1
10) Деформированное состояние в вершине трещины.	ОПК-1
11) Пластическая зона при вершине трещины. Поправка Дж.Р. Ирвина на пластичность	ОПК-1
12) Пластическая зона при вершине трещины. Модель Леонова-Панасюка-Дагдейла.	ОПК-1
13) Пластическая зона при вершине трещины. Модель Хана-Розенфельда (условный предел текучести).	ОПК-1
14) Раскрытие трещины.	ОПК-1
15) Энергетические критерии разрушения. J-интеграл. Критерий Черепанова – Райса.	ОПК-1
16) Экспериментальные методы определения критериев разрушения. Диаграмма разрушения. Критерий критического раскрытия трещины.	ОПК-1
17) Расчеты на прочность при статическом нагружении.	ОПК-1
18) Расчеты на прочность с учетом температурного фактора. Хрупкие разрушения.	ОПК-1

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
19) Расчеты на прочность и живучесть при циклическом нагружении. Уравнение Пэриса.	ОПК-1
20) Расчеты на прочность и живучесть при циклическом нагружении. Скорость развития трещин - как функция размаха КИН. Степенное уравнение Пэриса. Уравнение Формана. Уравнение Яремы.	ОПК-1
21) Расчеты долговечности на стадии развития трещины (живучести).	ОПК-1
22) Расчеты на прочность при длительном нагружении.	ОПК-1
23) Управление сопротивлением разрушению строительных композиционных материалов. Способы торможения роста, развития и распространения трещин в материале.	ОПК-1
24) Механические характеристики материалов, определяемые при испытании на растяжение. Типы образцов. Способы измерения деформаций.	ОПК-1
25) Характер разрушения пластичных и хрупких материалов при растяжении.	ОПК-1
26) Диаграмма растяжения и деформирования. Условная и истинная диаграмма. Скорость деформирования в ходе эксперимента.	ОПК-1
27) МнЦУ. Усталость материала. Выносливость материала. Характеристики для оценки сопротивления усталости.	ОПК-1
28) МнЦУ. В чем разница между мягким и жестким нагружением? Основные параметры цикла нагружения. Методика определения предела выносливости.	ОПК-1
29) МнЦУ. Понятие кривой усталости, ее параметры. Основные схемы нагружения образцов при усталостных испытаниях. Виды образцов.	ОПК-1
30) МЦУ. Мягкое и жесткое нагружение. В чем разница между малоцикловым и многоцикловым нагружением? Почему малоцикловое нагружение называют статической выносливостью?	ОПК-1
31) МЦУ. Упрочняющиеся, разупрочняющиеся и стабильные материалы к действию переменных нагрузок?	ОПК-1
32) МЦУ. Конструктивные особенности образцов, используемых для малоцикловых испытаний при симметричном цикле нагружения при растяжении-сжатии. Основные параметры цикла нагружения.	ОПК-1

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции «ОПК-1»:

1. Что является предметом механики разрушения?
2. Какие критерии роста трещин вы знаете?
3. В чём заключается критерий Гриффитса?
4. Концентрация напряжений. Что такое коэффициент концентрации напряжений?
5. Опишите напряжённое и деформированное состояние в зоне раскрытия трещины.
6. Виды и классификация разрушений.
7. Влияние окружающей среды на разрушение. Теоретическая и техническая прочность. Влияние дислокационных механизмов.
8. Критерии прочности и пластичности. Эквивалентное напряжение. Теории прочности.
9. Напряжённое состояние в зоне разрушения. Типы трещин. Силовой подход в механике разрушения. Классическая и неклассическая схемы разрушения.
10. Решение Кирша. Решение Колосова — Инглиса. Коэффициент концентрации напряжений.

11. Задача Г.В. Колосова, Н.И. Мусхелишвили, Г. Вестергарда.
12. Коэффициенты интенсивности напряжений. Силовой критерий Дж.Р. Ирвина начала роста трещины (разрушения). «Y — тарировки».
13. Основные положения теории Гриффитса.
14. Концепция Гриффитса-Орована-Ирвина.
15. Деформированное состояние в вершине трещины.
16. Пластическая зона при вершине трещины. Поправка Дж.Р. Ирвина на пластичность
17. Пластическая зона при вершине трещины. Модель Леонова-Панасюка-Дагдейла.
18. Пластическая зона при вершине трещины. Модель Хана-Розенфельда (условный предел текучести).
19. Раскрытие трещины.
20. Энергетические критерии разрушения. J-интеграл. Критерий Черепанова – Райса.
21. Экспериментальные методы определения критериев разрушения. Диаграмма разрушения. Критерий критического раскрытия трещины.
22. Расчеты на прочность при статическом нагружении.
23. Расчеты на прочность с учетом температурного фактора. Хрупкие разрушения.
24. Расчеты на прочность и живучесть при циклическом нагружении. Уравнение Пэриса.
25. Расчеты на прочность и живучесть при циклическом нагружении. Скорость развития трещин - как функция размаха КИН. Степенное уравнение Пэриса. Уравнение Формана. Уравнение Яремы.
26. Расчеты долговечности на стадии развития трещины (живучести).
27. Расчеты на прочность при длительном нагружении.
28. Управление сопротивлением разрушению строительных композиционных материалов. Способы торможения роста, развития и распространения трещин в материале.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции «ОПК-2»:

1. Почему условное относительное удлинение всегда выше истинного?
2. Почему модули упругости металлов с повышением температуры уменьшаются?
3. В чем заключается эффект Баушингера?
4. Почему отожженный металл более пластичен, чем наклепанный?
5. Как происходит разрушение отрывом при испытании на сжатие?
6. Что показывает диаграмма механических состояний Фридмана?
7. Принципиальные различия между хрупким и вязким разрушением?
8. Какие механические состояния проявляются при нагреве материала?
9. Что понимают под критической длиной трещины?
10. Что понимают под теоретической прочностью?
11. Почему реальная прочность металлов ниже теоретической?
12. Что такое коэффициент интенсивности напряжений?
13. Что такое вязкость разрушения?
14. Что такое эффективная длина трещины?
15. Чем вязкость разрушения K_{IS} отличается от K_{IC}?
16. Что такое пластическая зона и как она учитывается при определении вязкости разрушения?
17. Перечислите механические характеристики материала, определяемые по диаграммам растяжения?
18. Что понимают под движущей силой распространения трещины?
19. Что понимают под жаропрочностью?
20. Что понимают под ползучестью?
21. Перечислите основные виды ползучести?
22. Что такое предел ползучести?

23. Что такое предел длительной прочности?
24. Что такое длительная прочность?
25. Что такое выносливость?
26. Что такое предел выносливости?
27. Что такое ударная вязкость?

5.2.4. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции «ОПК-1, ПК-2»:

1. Механические характеристики материалов, определяемые при испытании на растяжение. Типы образцов. Способы измерения деформаций.
2. Характер разрушения пластичных и хрупких материалов при растяжении.
3. Диаграмма растяжения и деформирования. Условная и истинная диаграмма. Скорость деформирования в ходе эксперимента.
4. МнЦУ. Усталость материала. Выносливость материала. Характеристики для оценки сопротивления усталости.
5. МнЦУ. В чем разница между мягким и жестким нагружением? Основные параметры цикла нагружения. Методика определения предела выносливости.
6. МнЦУ. Понятие кривой усталости, ее параметры. Основные схемы нагружения образцов при усталостных испытаниях. Виды образцов.
7. МЦУ. Мягкое и жесткое нагружение. В чем разница между малоцикловым и многоцикловым нагружением? Почему малоцикловое нагружение называют статической выносливостью?
8. МЦУ. Упрочняющиеся, разупрочняющиеся и стабильные материалы к действию переменных нагрузок?
9. МЦУ. Конструктивные особенности образцов, используемых для малоцикловых испытаний при симметричном цикле нагружения при растяжении-сжатии. Основные параметры цикла нагружения.

5.2.5. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции «УК-2, ОПК-2»:

Упругая задача

1. Растяжение пластины с центральной трещиной (образец типа I по ГОСТ 25.506-85).
2. Растяжение плоского образца с двумя краевыми трещинами.
3. Трехточечный изгиб прямоугольного образца с краевой трещиной.
4. Растяжение плоского прямоугольного образца с одной краевой трещиной.
5. Внецентренное растяжение компактного образца.
6. Внецентренное растяжение С-образного образца.
7. Растяжение цилиндрического образца с кольцевой трещиной.
8. Растяжение пластины с боковой наклонной трещиной.
9. Растяжение пластины с наклонной фронтальной трещиной.
10. Проверка степени зависимости результатов расчета коэффициента интенсивности напряжений от размера конечно-элементной сетки.
11. Проверка степени зависимости результатов расчета коэффициента интенсивности напряжений от контура аппроксимации перемещения берегов трещины.
12. Проверка независимости J-интеграла от контура интегрирования.

Уругопластическая задача

1. Растяжение пластины с центральной трещиной (образец типа I по ГОСТ 25.506-85).
2. Растяжение плоского образца с двумя краевыми трещинами.
3. Трехточечный изгиб прямоугольного образца с краевой трещиной.
4. Растяжение плоского прямоугольного образца с одной краевой трещиной.
5. Внецентренное растяжение компактного образца.
6. Внецентренное растяжение С-образного образца.
7. Растяжение цилиндрического образца с кольцевой трещиной.
8. Растяжение пластины с боковой наклонной трещиной.

9. Растяжение пластины с наклонной фронтальной трещиной.
10. Распределение J -интеграла вдоль фронта образца.
11. Обработка результатов испытаний по определению характеристик трещиностойкости на С-образных образцах малого размера.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Нотт Дж. - Основы механики разрушения. - М.: Металлургия, 1978. - 256 с. (2 экз.)
2. Броек Д. - Основы механики разрушения: [пер. с англ.]. - М.: Высшая школа, 1980. - 368 с. (2 экз.)
3. Работнов Ю. Н. - Ползучесть элементов конструкций. - М.: Наука, 1966. - 725 с. (1 экз.)
4. Качанов Л. М. - Основы механики разрушения. - М.: Наука, 1974. - 311 с. (5экз)
5. Морозов Н. Ф. - Математические вопросы теории трещин. - М.: Наука, 1984. - 255 с. (3экз)
6. Партон В. З., Борисковский В. Г. - Динамика хрупкого разрушения. - М.: Машиностроение, 1988. - 239 с. (1 экз.)
7. Морозов Е.М., Никишков Г.П. Метод конечных элементов в механике разрушения. изд-ние 3-е. М.: УРСС книжный дом «Либроком», 2010. 256 с. (4 экз.)
8. "Сопротивление усталости. Основы" Учебно-методическое пособие 03.12.10
<http://www.unn.ru/books/resources.html>
9. "Методы решения задач усталости в пакете ANSYS WORKBENCH" Учебно-методическое пособие. 06.03.13
<http://www.unn.ru/books/resources.html>
10. "Исследование влияния внутреннего трения и способа возбуждения на вынужденные колебания системы". Электронное учебно-методическое пособие. 02.11.12
<http://www.unn.ru/books/resources.html>

б) дополнительная литература:

1. Казаков Д. А., Капустин С. А., Коротких Ю. Г - Моделирование процессов деформирования и разрушения материалов и конструкций: монография. - Н. Новгород: Изд-во Нижегород. ун-та, 1999. - 226 с. (1 экз.)
2. Разрушение деформируемых сред при импульсных нагрузках: монография./Глушак Б. Л., Новиков С. А., Рузанов А. И., Садырин А. И. - Н. Новгород: Изд-во Нижегород. ун-та, 1992. - 192 с. (5экз.)
3. Левин В.А. и др. Избранные нелинейные задачи механики разрушения. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 408 с.
<https://e.lanbook.com/book/59369>
4. Морозов Е. М., Муйземнек А.Ю.,Щадский А. С. ANSYS в руках инженера: Механика разрушения. Изд. 2-е, испр.М.: ЛЕНАНД, 2010. — 456 с.
<http://lib-bkm.ru/12903> , <https://ru.scribd.com/doc/313981973/>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/solid.htm>
2. MS PowerPoint
3. FEA пакет ANSYS

4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 01.04.03 Механика и математическое моделирование.

Автор(ы) к.т.н., доцент Жегалов Д. В.

Заведующий кафедрой
теоретической,
компьютерной и
экспериментальной
механики д.ф.-м.н., профессор Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 30.11.2022 года, протокол № 3.