

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт транспортных систем (ИТС)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института

_____ /Тумасов А.В./

«29» октября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.9 Механика разрушения

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

Направленность: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра АГДПМиСМ

Кафедра-разработчик АГДПМиСМ

Объем дисциплины 108 час./ 3 з.е.

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Миронов Анатолий Алексеевич, д.т.н., доц.

Нижний Новгород, 2021 год

Рецензент: Хлыбов Александр Анатольевич, д.т.н., проф.

_____ подпись

«12» 10 2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09.08.2021 № 729, на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ
протокол от 28.10.2021 №4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 15.10.2021 № 3

Зав. кафедрой *д.ф-м.н., проф., Герасимов С.И.* _____

подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИТС, где реализуется данная программа, протокол от 21.10.202 № 4/1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 15.03.03-д-37

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

/Н.И. Кабанина /

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО	6
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	14
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	15
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	16
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Механика разрушения» является изучение методов расчета прочности и ресурса машин и конструкций с дефектами типа трещин.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- теоретическое, компьютерное и экспериментальное исследование научно-технических проблем и решение прикладных задач, связанных с оценкой статической и усталостной трещиностойкости конструкций, сооружений, установок, агрегатов и оборудования;

- применение при решении задач современных систем компьютерной математики, систем инженерного анализа и компьютерного инжиниринга.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.9 «Механика разрушения» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин: «Соппротивление материалов», «Теория упругости».

Знания и навыки, приобретенные при освоении дисциплины, используются при выполнении выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является изложение материала, направленное на решение прикладных задач оценки статической и циклической трещиностойкости машин и конструкций на основе современных подходов механики разрушения.

Рабочая программа дисциплины «Механика разрушения» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Механика разрушения» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика»:

а) профессиональных (ПК): ПК-4.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры формирования компетенций							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-4								
Б1.В.ДВ.1.1 Строительная механика машин					+	+		
Б1.В.ДВ.1.2 Строительная механика летательных аппаратов								

Б1.В.ОД.7 Тонкостенные конструкции						+		
Б1.В.ОД.8 Статистическая динамика						+		
Б1.В.ОД.2 Устойчивость механических систем							+	
Б1.В.ДВ.2.1 Проектирование тонкостенных конструкций							+	
Б1.В.ДВ.2.2 Прочность конструкции летательных аппаратов								
Б1.В.ОД.1 Вычислительная механика							+	+
Б1.В.ОД.3 Динамика машин							+	+
Б1.В.ОД.4 Конструкционная прочность							+	+
Б1.В.ОД.5 Теория надежности								+
Б1.В.ОД.9 Механика разрушения								+
Б2.П.2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной (расчетной) деятельности						+		
Б2.П.4 Научно-исследовательская работа							+	
Б2.П.5 Преддипломная практика								+
Б3.Г.1 Государственный экзамен								+
Б3.Д.1 Подготовка и защита ВКР								+

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)				Оценочные материалы (ОМ)	
						текущего контроля	промежуточной аттестации
ПК-4. Способен проводить расчетные работы для обеспечения необходимой прочности, динамики, устойчивости, ресурса и надежности машин и конструкций	Освоение дисциплины причастно к ТФ 32.004 С/01.6 (ПС 32.004 Специалист по прочностным расчетам авиационных конструкций)», решает задачу расчета соединений элементов авиационных конструкций, узлов и агрегатов ЛА на статическую прочность						
	ИПК-4.10. Выполняет расчетный анализ в области прикладной механики на основе достижений механики разрушения	Знать: - основные уравнения и методы физики прочности и механики разрушения.	Уметь: - проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций на основе методов физики прочности и механики разрушения.	Владеть: - навыками расчетов аналитическими и численными методами физики прочности и механики разрушения деталей машин и элементов конструкций.	Отчеты по лабораторным работам. Контрольная работа. Тесты.	Вопросы для экзамена (20 билетов)	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		8 семестр
Формат изучения дисциплины		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	55	55
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	48	48
занятия лекционного типа (Л)	12	12
практические занятия (ПР)	24	24
лабораторные работы (ЛР)	12	12
1.2.Внеаудиторная, в том числе	7	7
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	3	3
2. Самостоятельная работа (СРС)	26	26
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	10	8
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	16	18
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
8 семестр									
ПК-4 ИПК-4.8	Раздел 1 Напряженно-деформированное состояние в вершине трещины								
	Тема 1.1 Введение. Распределение напряжений в вершине трещины в упругом теле	2	-	2	3	Подготовка к лекциям и ПЗ 1.1 (§ 4.1); 1.2 (§ 4.2); 2.1 (§ 1.4.1)	Лекция		
	Тема 1.2 Пластическая зона в вершине трещины.	-	-	2	1	Подготовка к лекциям и ПЗ 1.1 (§ 10.1 – 10.2); 1.2 (§ 5.2); 2.1 (§ 1.4.3)	Расчёты на компьютере с использованием ППП MathCad и EXEL		
	Итого по 1 разделу	2	-	4	4				
ПК-4 ИПК-4.8	Раздел 2 Критерии линейной механики разрушения								
	Тема 2.1 Критерий Гриффитса. Критерий Ирвина ЛР №1 Определение вязкости разрушения металлов	2	6	2	3	Подготовка к лекции, ПЗ, ЛР 1.1 (§ 2.2, § 7.1); 1.2 (§ 4.3); 3.1, 2.2	Работа на лабораторном испытательном стенде		
	Тема 2.2 Границы использования критериев линейной механики разрушения	-	-	4	1	Подготовка к лекции и ПЗ 1.1 (§ 17.1-17.2); 2.1 (§1.4.2)	Расчёты на компьютере с использованием ППП MathCad и EXEL		
	Итого по 2 разделу	2	6	6	4				
ПК-4 ИПК-4.8	Раздел 3 Критерии нелинейной механики разрушения								
	Тема 3.1 Критерий J-интеграл. Критерий критического раскрытия	2	-	2	2	Подготовка к лекциям и ПЗ 1.1 (§12, § 16)); 2.1 (§ 6.5);	Лекция		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	трещины.					2.1 (§2.1.1)			
	Тема 3.2 Двухкритериальный подход к описанию разрушения элементов конструкций с трещинами	2	-	4	2	Подготовка к лекциям и ПЗ 1.1 (§ 24.1 – 24.2); 1.2 (§ 6.4)	Лекция		
	Итого по 3 разделу	4	-	6	4				
ПК-4 ИПК-4.8	Раздел 4 Усталостная трещиностойкость конструкций								
	Тема 4.1 Кинетика роста усталостных трещин ЛР №2 Определение характеристик трещиностойкости металлов при циклическом нагружении	2	6	2	3	Подготовка к лекциям, ПЗ, ЛР 1.1 (§ 20.2 – 20.3), 3.2, 2.3	Работа на лабораторном испытательном стенде		
	Тема 4.2 Ресурса конструкций на стадии роста усталостной трещины (живучесть)	-	-	6	10	Подготовка к лекциям, ПЗ, КР 1.1 (§ 21.2), 3.3	Расчёты на компьютере с использованием ППП MathCad и EXEL		
	Тема 4.3 Влияние конструктивно-технологических и эксплуатационных факторов на циклическую трещиностойкость конструкций	2	-	-	1	Подготовка к лекциям 1.1 (§ 21.2), 2.1 (§3.1)	Лекция		
	Итого по 4 разделу	4	6	8	14				
ИТОГО за семестр		12	12	24	26				
ИТОГО по дисциплине		12	12	24	26				

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольная работа.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

6.1.1 Примерная тематика контрольной работы: «Определение ресурса конструкции с концентратором напряжений в условиях усталостного разрушения».

6.1.2 Примерная тематика лабораторных работ:

- «Определение вязкости разрушения металлов.
- «Определение характеристик трещиностойкости металлов при циклическом нагружении»

6.1.3 Типовые вопросы тестов для текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся представлены в разделе 12.

6.1.4 Перечень вопросов и практических заданий, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен) представлен в разделе 12.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине для текущего контроля в семестре применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов (Таблица 5)

Таблица 5 – Балльно-рейтинговая система оценивания

Шкала оценивания	Экзамен	Текущий контроль
85-100	Отлично	Отлично
70-84	Хорошо	Хорошо
60-69	Удовлетворительно	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле (экзамен) успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (Таблица 6).

**Таблица 6 - К р и т е р и и о ц е н и в а н и я р е з у л ь т а т а о б у ч е н и я п о д и с ц и п л и н е и
ш к а л а о ц е н и в а н и я**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПК-4. Способен проводить расчетные работы для обеспечения необходимой прочности, динамики, устойчивости, ресурса и надежности машин и конструкций	ИПК-4.10. Выполняет расчетный анализ в области прикладной механики на основе достижений механики разрушения.	Изложение учебного материала бессистемное, незнание моделей и методов расчета конструкций с трещинами.	Фрагментарные, поверхностные знания моделей и методов расчета конструкций с трещинами.	Владеет методами расчетов прочности и ресурса конструкций с трещинами; допускает незначительные ошибки, которые сам исправляет.	Имеет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет моделями и методами оценки статической и циклической трещиностойкости конструкций, способен оценивать перспективы развития методов механики разрушения.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1. Пестриков В.М. Механика разрушения твердых тел: Курс лекций / В.М. Пестриков, Е.М. Морозов. - СПб. : Профессия, 2002. - 304 с.

1.2 Селиванов В.В. Механика разрушения деформируемого тела : Учебник / В.В. Селиванов; МГТУ им.Н.Э.Баумана. - 2-е изд.,испр. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2006. - 424 с..

7.2. Справочно-библиографическая литература

2.1 Волков В.М. Основы теории пластичности и механики разрушения : Учеб.пособие / В.М. Волков; ГПИ им.А.А.Жданова. - Горький : [Б.и.], 1987. - 87 с.

2.2 ГОСТ 25.506-85 Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении.

2.3 РД 50-345-82 Методические указания. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при циклическом нагружении.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

3.1 Методические указания к лабораторной работе «Определение вязкости разрушения металлов» / Сост. В.М. Волков, Ю.Н. Орешкин / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. – 28 с.

3.2 Методические указания к лабораторной работе «Определение характеристик трещиностойкости металлов при циклическом нагружении» / Сост. Ю.П. Золотарев, Ю.Н. Орешкин / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. – 4 с.

3.3 Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине «Механика разрушения» по теме «Определение ресурса конструкции с концентратором напряжений в условиях усталостного разрушения» / Сост. А.А. Миронов/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2021. – 7 с.

3.4. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г.

Электронный адрес: 15
http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20. Дата обращения 23.09.2015.

3.5 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20.

3.6 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

8.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.

4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка доступа к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://urait.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

№	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
2	Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
3	Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
4	Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
5	Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
6	Windows XP лиц. № 65609340	
7	Office 2007 лиц. № 43178971	
8	Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
9	MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
10	Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
11	Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost_/home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта

2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий

№	Наименование аудиторий	Оснащенность аудиторий	Перечень лицензионного программного обеспечения.
1	5106 учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28Л, корп. 5, ауд. 5106	1. Аудиторная доска для мела. 2. Комплект демонстрационного оборудования: - ноутбук, с выходом на мультимедийный - проектор, - мультимедийный проектор - экран.	Windows XP (Лицензия MSDN Academic Alliance (MSDNAA), договор №Tr021888 от 18.06.2008), Microsoft Office Professional 2003 (лицензия № 61410938).
2	2102a компьютерный класс - помещение для СРС, выполнения расчетных работ г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24Б, корп. 2, ауд. 2102a	1. Аудиторная доска для мела. 2. Компьютеры DEPO Intel Core2 Duo CPU E4600 2.4 GHz, 3 GB RAM (12 шт.) в составе локальной вычислительной сети университета. 3. Портативный мультимедийный проектор и экран. 4. Испытательная машина М50-У.	Windows XP (Лицензия MSDN Academic Alliance (MSDNAA), договор №Tr021888 от 18.06.2008), Microsoft Office Professional 2003 (лицензия № 61410938), MSC. Patran 2012, MSC.Nastran 2012, MSC.Adams 2012 (договор 28-13/13-215 от 17.06.2013 г.)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- тест;
- отчет по практическим работам;
- отчет по лабораторным работам.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (экзамену).

11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях практического типа

Практические занятия направлены на формирование навыков решения практических задач, применяя полученные теоретические знания, а также навыков самостоятельной работы под руководством преподавателя.

На практических занятиях проводится решение расчетных задач в процессе проработки наиболее сложных в теоретическом плане проблем и проводятся в трех формах:

1. устный опрос студентов по конкретной тематике практического занятия;
2. решение и объяснение типовых задач по данной теме;
3. самостоятельная работа студентов с использованием учебных пособий, лекций и консультаций преподавателя при выполнении ими контрольных заданий.

11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11.6. Методические указания для выполнения контрольной работы

Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности.

Методические указания к выполнению контрольной работы приведены в п.7.3.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Типовые тестовые задания

1. Как изменяется вязкость разрушения K_{IC} с увеличением толщины металла?

Варианты ответов: 1) Не изменяется; 2) Возрастает; 3) Снижается

2. Что в отличие от критерия Гриффитса учитывает критерий Ирвина?

Варианты ответов: 1) толщину; 2) энергозатраты на пластическое деформирование; 3) энергозатраты на разрыв межатомных связей; 4) длину трещины.

3. Какое разрушение по характеру описывает двухкритериальная диаграмма разрушения?

Варианты ответов: 1) Только хрупкое; 2) только квази-хрупкое; 3) только вязкое; 4) 1+2; 5) любое.

4. Какие значения принимает скорость роста трещины v при КИН, равном K_{th} ?

Варианты ответов: 1) $v=0$; 2) $v<0$; 3) $v>0$.

5. Как изменяется скорость роста усталостной трещины с увеличением коэффициента асимметрии цикла при $\Delta K = const$?

Варианты ответов: 1) возрастает; 2) убывает; 3) не изменяется.

12.2 Примерная тематика контрольной работы

Определение ресурса конструкции с концентратором напряжений в условиях усталостного разрушения

12.3 Перечень теоретических вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Виды разрушения элемента конструкции с трещиной.
2. Виды раскрытия берегов трещины.
- 3 Упругое решение о трещине в бесконечной плоскости. Влияние конечных размеров тела.
- 4 Асимптотическое распределение напряжений в вершине трещины.
- 5 Пластическая зона перед вершиной трещины в условиях плоского напряженного состояния. Поправка Ирвина, модель Дагдейла.
6. Пластическая зона перед вершиной трещины в условиях плоского деформированного состояния.
7. Критерий Гриффитса. Понятия о движущей силе и сопротивлении росту трещины.
8. Критерий Ирвина. Зависимость вязкости разрушения от толщины и температуры.
- 9 Устойчивый рост трещин при монотонном нагружении.
- 10 Границы использования критериев линейной механики разрушения. Диаграмма Фелдберга.
- 11 Задачи, решаемые на основе критериев линейной механики разрушения.
12. Критерий J-интеграла.
- 13 Критерий критического раскрытия трещины.
- 14 Предел трещиностойкости Е.М. Морозова.
- 15 Двухкритериальный подход к описанию разрушения элементов конструкций с трещинами.
- 16 Особенности упруго-пластического деформирования в вершине трещины при циклическом нагружении.
- 17 Механизмы роста усталостной трещины.
- 28 Кинетическая диаграмма усталостного разрушения. Зависимости для скорости роста трещины усталости.
- 29 Определение ресурса конструкций на стадии роста усталостной трещины.
- 20 Влияние конструктивно-технологических и эксплуатационных факторов на циклическую трещиностойкость конструкций.

12.4 Примерная тематика практических заданий для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Требуется определить разрушающую нагрузку для элемента конструкции с трещиной используя двухкритериальный подход.
2. Требуется сравнить ресурс работы конструктивного элемента с усталостной трещиной при изменении различных условий: изменение толщины, режима нагружения. снятие остаточных напряжений.
3. Требуется сравнить ресурс работы конструктивного элемента с усталостной трещиной при снятии или наложении остаточных напряжений.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИТС

Тумасов А.В.

“___” _____ 2021 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины¹

Б1.В.ОД.9 «Механика разрушения»

(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

Направленность: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Курс 4

Семестр 2

² а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021 г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1)

2)

3)

Разработчик: Миронов Анатолий Алексеевич, д.т.н., доц.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«___» _____ 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры АГДПМиСМ
протокол № _____ от «___» _____ 2021 г.

Заведующий кафедрой Герасимом С.И. д.ф.-м.н., проф.

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой АГДПМиСМ _____ «___» _____ 2021 г.

Методический отдел УМУ: _____ «___» _____ 2021 г.

¹ Рабочая программа дисциплины актуализируется ежегодно перед началом нового учебного года

² Разработчик выбирает один из представленных вариантов