



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

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_ А.Т. Беккер  
(подпись)

«21» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой Механики и математического моделирования

  
\_\_\_\_\_ Бочарова А.А.  
(подпись)

«21» июня 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Механика разрушения

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

магистерская программа «Морские гидротехнические сооружения и сооружения водных путей»

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 1

лекции **не предусмотрены**

практические занятия **36** час.

лабораторные работы **не предусмотрены**

в том числе с использованием МАО лек. **0** /пр. **0** /лаб. **0** час.

всего часов аудиторной нагрузки **36** час.

в том числе с использованием МАО **0** час.

самостоятельная работа **72** час.

в том числе на подготовку к экзамену **54** час.

контрольные работы **не предусмотрены**

курсовая работа / курсовой проект **не предусмотрены**

зачет **не предусмотрен**

экзамен 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 08.04.01 Строительство утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2017 г. №482

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Механики и математического моделирования, протокол № 10 от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Бочарова А.А.

Составитель к.т.н., доцент Цуприк В.Г.

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Механика разрушения» относится к вариативной части «Общенаучного цикла» дисциплин выбора и является одним из курсов, на котором базируются умения и навыки специалиста – расчетчика сооружений. Трудоемкость дисциплины 3 з.е. (108 часа).

### СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия, всего (час./з.е.)	36/1
<i>В том числе:</i>	
Лекции	–
Практические занятия (ПрЗ) (час./з.е.)	36/1
Самостоятельная работа (СР), всего (час./з.е.)	72/2
<b>Общая трудоемкость в семестре (час./з.е.)</b>	<b>108/3</b>
Промежуточный контроль (экзамен)	36/1

Изучение курса «Механика разрушения» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: Физика; Высшая математика; Химия; Философские проблемы науки и техники; Методология научных исследований; Информационные технологии в строительстве и др.

**Целью** изучения дисциплины «Механика разрушения» является подготовка к практической деятельности специалистов-строителей в области расчета и проектирования зданий и сооружений через получение студентами знаний в области: теоретических аспектов разрушения конструкционных материалов при наличии в них дефектов и трещин; исследования механического поведения материалов в условиях статического, динамического и многоциклового нагружения, а также умений анализировать существующих и разрабатывать новые методики экспериментального определения параметров трещиностойкости материалов, а также навыков опытным путем определять характеристики сопротивления материалов к образованию и развитию трещин с использованием современных испытательных и измерительных систем.

**Задачи дисциплины «Механика разрушения»:**

– дать студентам представление о процессах формирования критического напряженного состояния в материале конструкции при внешних механических,

теплофизических и других воздействиях на конструкционные материалы сооружений и показать путь выявления характера возможных разрушений с учетом структурных, прочностных и деформативных свойств этих материалов;

- сформировать у студентов навыки сопоставления расчетных схем строительных конструкций, формируемых в их элементах критических усилий и перемещений, определяемых расчетным путем – с возможными механизмами зарождения явлений и процессов разрушения материала в напряженных зонах;

- дать классификации типов простых и сложных моделей разрушения твердого тела, и методов, применяемых в механике разрушения с целью корректного отображения реальных механических процессов при разрушении материалов.

- сформировать у обучающихся умение ставить задачу для экспериментального решения теоретического вопроса механики разрушения твердых тел, а также реализовать ее известными экспериментальными методами.

- познакомить обучающихся с основными положениями экспериментальной механики разрушений; дать целостное представление о возможностях научного эксперимента, научить студентов понимать его цели и задачи;

- познакомить обучающихся с методами численного решения задач механики разрушения реализованными в современных математических программных комплексах, включая задачи контактного разрушения.

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

- способностью генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности (ОК-8);

- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-2)

- способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки (ОПК-5);

- способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в

том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение (ОПК-6);

— способностью осознавать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих знания количественных и качественных методов (ОПК-9);

— способностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы - ОПК-12;

— способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2).

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-11 способность и готовностью проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований	Знает	– как правильно, с соблюдением нормативных требований к проведению количественного эксперимента, выбрать параметры процесса, определяющие его протекание и влияющие на выход исследуемой величины
	Умеет	– регистрировать, анализировать и оценивать результаты исследований с целью определения исходных данных для проектирования
	Владеет	– готовностью проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов
ПК-6 способность разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты	Знает	– методы разработки плана полнофакторного эксперимента
	Умеет	– разработать программы проведения научных исследований и разработок, подготовить задания для исполнителей, организовать проведение экспериментов и испытаний
	Владеет	– навыком проведения эксперимента и испытания, обобщения и анализа их результатов

ПК-7 умение вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, готовить научно-технические отчеты, обзоры публикаций по теме исследования	Знает	– как собирать, систематизировать и анализировать информацию по теме исследования для формирования целей и задач планируемого исследования
	Умеет	– собирать, систематизировать и анализировать информацию по теме исследования и готовить обзоры, научно-технические отчеты, презентации и публикации по теме исследования
	Владеет	– навыками подготовки обзоров, научно-технических отчетов, презентаций и публикаций по теме исследования
ПК-8 способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к механике разрушения материалов и элементов конструкций	Знает	– методы разработки физических и математических моделей явлений разрушения твердого тела
	Умеет	– выбрать комплекс значимых параметров явлений и объектов для их исследования как факторов, определяющих основные характеристики моделирования исследуемого явления или объекта с использованием прог-раммно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного построения напряженно-деформированных состояний материала в критических зонах;
	Владеет	– навыками анализа результатов мониторинга объектов с целью определения расчетных параметров для разработки моделей их деформирования и разрушения

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Механика разрушения» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: кейсы; «мысленный эксперимент» и др.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

**Лекционные занятия учебным планом не предусмотрены.**

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **II.1 Темы практических занятий (36 час)**

**Тема 1 Основные понятия механики разрушения (2 час).**

**План занятия**

1.1 Катастрофические разрушения 40-50 годов. Неадекватность МТДТ в предсказании разрушения конструкций.

1.2 Предмет механики разрушения. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса). Трещины вблизи концентраторов напряжений (плоская задача). Игольчатый и дискообразный дефекты в упругой среде.

1.3 Постановка задачи растяжения пластины с плоским сквозным дефектом в середине сечения.

1.4. Имитационное моделирование процесса изменений напряженно-деформированного состояния при чистом растяжении пластины с вырезом.

## **Тема 2 Линейная механика разрушения (Проблемная 4 час).**

### **План занятий**

2.1 Распределение напряжений и перемещений у вершины полу-бесконечной трещины в массиве.

2.2 Траектория развития трещины. Фронт трещины. Трещины нормального отрыва, продольного и поперечного сдвига.

2.3 Концепция квазихрупкого разрушения.

2.4 Коэффициенты интенсивности напряжений для изолированной прямолинейной трещины в бесконечной упругой плоскости.

2.5 Силовой критерий локального разрушения для трещин нормального отрыва и трещин сдвига.

2.6 Практическое применение критериев трещиностойкости для оценки прочности металла конструкций и машин.

## **Тема 3 Механика упруго-пластического разрушения (Кейс -2 часа).**

### **План занятия**

3.1. Силы сцепления. Различные модели трещины.

3.2 Структура конца полубесконечной трещины для упруго-пластического материала с упрочнением (линейное и степенное упрочнение).

3.3 Развитие пластического деформирования в процессе накопления упругой энергии в массиве.

3.4 Инструментальное исследование поверхностей разрушения (излома).

## **Тема 4 Типы разрушения материала, условия для реализации разных типов разрушения (Кейс - 4 часа).**

### **План занятий**

4.1 Интегральная работа деформаций.

4.2 Условия для развития пластического, упруго-пластического и хрупкого разрушения материалов. Переход от вязкого типа разрушения к хрупкому.

4.3 Картина пластического вдавливания сферы, клина, прямоугольного штампа.

4.4 Влияние упрочнения. Распределение напряжений у вершины трещины в упругопластическом материале со степенным упрочнением.

4.5 Разгрузка и повторное нагружение трещины в модели Дагдейла. Понятие самоупрочняющегося материала.

## **Тема 5 Энергетическая концепция разрушения (6 час).**

### **План занятий**

5.1 Процесс накопления упругой потенциальной энергии в деформируемом объеме тела.

5.2 Энергетическая теория прочности (теория удельной энергии разрушения).

5.3 Энергетический критерий локального разрушения.

5.2. Вывод формулы удельной энергии разрушения при объемной и плоской деформации тела в теории упругости.

5.44. Постановка задачи растяжения пластины с овальным вырезом по работе А. Гриффитса «Явление разрушения и течения твердого тела». Переход к задаче с плоским вырезом.

5.5 Концентрация напряжений у кончика выреза. Квазихрупкое разрушение. Работы Ирвина и Орована. Интеграл Черепанова-Райса.

5.6 Влияние температуры тела и скорости приложения нагрузки на тип разрушения.

## **Тема 6 Экспериментальные методы определения энергетических критериев прочности и их применение (6 час.)**

### **План занятий**

6.1 Теоретические предпосылки экспериментального определения силового и энергетического критерия локального разрушения.

6.2 Распределение напряжений и перемещений у вершины полубесконечной трещины. Докритический рост трещины.

6.3 Экспериментальные методы определения вязкости разрушения.

6.4 Физическая модель для определения параметров развития трещины отрыва. Лабораторные исследования реального развития трещин отрыва на образцах. Типы образцов. Машины и Приспособления

6.5 Физическая модель для определения параметров развития трещины сдвига. Лабораторные исследования реального развития трещин сдвига на образцах. Типы образцов..

## **Тема 7. Образцы, машины и приборы для экспериментального определения значений энергетических критериев разрушения (4 час.)**

### **План занятий**

7.1 Специальные образцы с надрезом для испытания на ударную вязкость и на определение удельной энергии механического разрушения материалов, для испытаний на растяжение, сдвиг и скол, для испытаний кручением и для многоцикловых испытаний.

7.2 Стандартные образцы для механических испытаний материалов на вязкость разрушения. Типовые схемы испытаний материалов на определение критериев разрушения. Требования к образцам по размерам, форме и чистоте рабочих граней.

7.3 Машины и Приспособления, приборы для регистрации результатов исследований развития трещин в образцах. Обработка экспериментов с помощью программных пакетов.

## **Тема 8 Усталостная долговечность материалов («Мысленный эксперимент» - 2 часа)**

### **План занятия**

8.1 Общие закономерности усталостного разрушения металлов.

8.2 Долговечность по числу циклов. Параметры цикла.

8.3 Малоцикловая и многоцикловая усталость.

8.4 Снижение долговечности – как причина накопления усталостных трещин при стохастическом деформировании материалов.

8.4 Решение типовых задач усталостной долговечности для тел с трещинами. Расчет допустимых размеров усталостной трещины.

## **Тема 9 Факторы снижение долговечности сооружений (4 час.)**

### **План занятий**

9.1. Влияние дефектов на долговечность материалов. Теории накопления дефектов. Кинетическая теория прочности Журкова С.Н.

9.2 Природа старения (деструкции) и упрочнения материала.

9.3. Факторы снижение долговечности сооружений: адсорбционное понижение прочности, водородное охрупчивание и коррозионное растворение.

9.4 Адсорбция поверхностно-активных веществ на материала в кончике трещины. Эффект Ребиндера облегчения разрушения.

9.5 Коррозионное растворение как фактор снижения прочности и долговечности конструкционных материалов. Коррозионно-усталостное разрушение.

9.6 Докритический рост трещин при водородном охрупчивании малой области вблизи вершин трещин.

9.7 Расчёт элементов конструкций на долговечность

## **Тема 10 Использование критериев механики разрушения (2 час.).**

### **План занятия**

10.1 Основные схемы, устанавливающие переход металла из вязкого состояния в хрупкое.

10.2 Анализ структуры изломов образцов.

10.3 Силовые, деформационные и энергетические характеристики трещиностойкости металла.

10.4 Критическое значение коэффициента интенсивности напряжений в вершине трещины в условиях плоской деформации.

10.5 Практическое применение критериев трещиностойкости для оценки прочности металла конструкций и машин.

**II.2 Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом**

**II.3 Расчетные задания учебным планом не предусмотрены**

**II.4 Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены**

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Механика разрушения» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

– план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

– характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и краткие методические рекомендации по их выполнению;

– критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование						
			Текущий контроль			Промежуточная аттестация			
1	Тема 1	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	1	4	7	
			Умеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	2	5	8	
			Владеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	3	6	9	
	Тема 2	ПК6	Знает	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	4	1	2	
			Умеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	5	8	3	
			Владеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	6	9	4	
			ПК7	Знает	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	7	1	5
				Умеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	8	2	6
				Владеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	9	3	1
2	Тема 3	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	10	16	13	
			Умеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	11	17	14	
			Владеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	12	18	15	
	Тема 4	ПК-6	Знает	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	13	10	17	
			Умеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	14	11	18	
			Владеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	15	12	10	
			ПК-7	Знает	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	16	13	11
				Умеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	17	14	12
				Владеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	18	15	16
3	Тема 5	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	19	22	25	
			Умеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	20	23	26	
			Владеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	21	24	27	
		ПК6	Знает	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	22	25	20	
			Умеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	23	26	21	
			Владеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	24	27	22	
		ПК7	Знает	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	25	19	23	
			Умеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	26	20	24	
			Владеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	27	21	19	
4	Тема 6	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену	28	31	34	
			Умеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену	29	32	35	
			Владеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену	30	33	36	

		ПК-6	Знает	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену 31	36	28		
			Умеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену 32	35	30		
			Владеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену 33	36	30		
		ПК-7	Знает	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену 34	28	31		
			Умеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену 35	29	32		
			Владеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену 36	30	34		
		5	Тема 7	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 37	40	43
					Умеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 38	41	44
					Владеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 39	42	45
Тема 8	ПК-6		Знает	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 40	43	37		
			Умеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 41	44	38		
			Владеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 42	45	39		
	ПК-7		Знает	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 43	38	40		
			Умеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 44	39	37		
			Владеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 45	37	41		
6	Тема 9	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 46	48	52		
			Умеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 47	50	54		
			Владеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 48	51	54		
	Тема 10	ПК-6	Знает	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 49	52	46		
			Умеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 50	53	47		
			Владеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 51	50	46		
		ПК-7	Знает	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 52	46	45		
			Умеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 53	47	52		
			Владеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 54	48	51		

При проведении текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении текущей и промежуточной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

- форма проведения текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумажном носителе, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Нелинейная механика разрушения: учебное пособие / Астафьев В.И., Радаев Ю.Н., Степанова Л.В. Самара: Изд-во "Самарский университет", 2012. - 562 с. <http://window.edu.ru/resource/884/46884>
2. Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований: учебное пособие / В.Э. Вильдеман [и др.]; под ред. В.Э. Вильдемана. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 165 с. <http://doi.org/10.18720/SPBPU/2/s16-255>
3. Основы физики и механики разрушения: учебное пособие / Симонов Ю.Н. [и др.] под редакцией Симонова Ю.Н. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 207 с. <https://www.docme.ru/download/1362293>
4. Леденев В.В. Теоретические основы механики деформирования и разрушения: монография / Леденев В.В., Однолько В.Г., Нгуен З.Х. – Тамбов: Изд-во ФГБЩУ ВПО «ТГТУ», 2013, 312 с. <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2013/ledenev-a.pdf>
5. Сорокин, В. Н. Экспериментальная механика: конспект лекций. /– Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 116 с. <http://www.twirpx.com/file/371245/> и <http://nashaucheba.ru/v42723/>
6. Филиппов А.С. Численные методы в механике деформируемого твердого тела. М.: 2016. <https://www.twirpx.com/file/2274102/>

### Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Горохов В.А., Егунов В.В., Игумнов Л.А., Казаков Д.А., Капустин С.А. Экспериментально-теоретическое изучение процессов деформирования и разрушения конструкционных материалов. *Электронное учебное пособие*. Н. Новгород. 2012. <http://window.edu.ru/resource/467/79467/files/gorokhov.pdf>
2. Терентьев, В. Ф., Колмаков А. Г., Курганова Ю. А. Теория и практика повышения надежности и работоспособности конструкционных металлических материалов. *Учебное пособие*. Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 268 с. <http://window.edu.ru/resource/457/74457/files/ulstu2011-12.pdf>
3. Потапова Л.Б., Ярцев В.П. Механика материалов при сложном напряженном состоянии: Как прогнозируют предельные напряжения? Монография. - М.: Изд-во "Машиностроение", 2011. - 244 с. <http://window.edu.ru/resource/142/38142>
4. Кузнецова Е.В. Экспериментальная механика: Учебно-методическое пособие. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2009. – 43 с.

[http://pstu.ru/files/file/adm/fakultety/kuznecova\\_e\\_v\\_eksperimentalnaya\\_mehanika\\_pogreshnosti\\_2c\\_tenzom\\_optiko\\_polyar.pdf](http://pstu.ru/files/file/adm/fakultety/kuznecova_e_v_eksperimentalnaya_mehanika_pogreshnosti_2c_tenzom_optiko_polyar.pdf)

5. Рахимкулов Р.Р. Сопоставление значений величины вязкости разрушения  $K_{Ic}$ , полученной на образцах с шевронной прорезкой и по стандартной методике для стали Ст3сп. Нефтегазовое дело, 2010. С.1-10.

[http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Rakhimkulov/Rakhimkulov\\_1.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Rakhimkulov/Rakhimkulov_1.pdf)

### **Нормативно-правовые материалы. ГОСТы\***

1. ГОСТ 25.506-85 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении. <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/1581/>

2. ГОСТ 14766-69 Машины и приборы для определения механических свойств материалов. Термины и определения (с Изменениями 1 и 2). <http://docs.cntd.ru/document/1200023202>

3. ГОСТ 7564-73 Общие правила отбора проб, Заготовок и образцов механических и технологических испытаний С Изменениями 1 и 2). <http://docs.cntd.ru/document/551031668>

4. ГОСТ 7855-74 Машины разрывные универсальные для статических испытаний металлов. <http://docs.cntd.ru/document/437116547>

5. ГОСТ 7268-67 Метод испытания на механическое старение по ударной вязкости. <http://docs.cntd.ru/document/437116354>

6. ГОСТ 7855-74 Машины разрывные универсальные для статических испытаний металлов. <http://docs.cntd.ru/document/437116547>

7. [ГОСТ 27751-2014](#) Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

8. [ГОСТ 17624-2012](#) Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.

9. [ГОСТ 18105-2010](#) Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.

10. [ГОСТ 22690-2015](#) Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

11. [ГОСТ 28570-90](#) Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций

12. [ГОСТ 10180-2012](#) Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

\* Номера ГОСТов приведены по году их первичного принятия

### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Научная электронная библиотека НЭБ

<http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>

2. Сайт «Мой сопромат».

<http://www.mysopromat.ru/cgi-bin/index.cgi>

3. Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн каталог

<http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

4. Информационная система ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/resource>

5. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

6. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М» <http://znanium.com/>

7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»  
<http://e.lanbook.com/>

8. Деформация и разрушение материалов. Ежемесячный рецензируемый научно-технический журнал.

[http://www.nait.ru/journals/index.php?p\\_journal\\_id=14](http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=14)

9. Динамика, прочность и износостойкость машин. Электронный журнал.  
<http://pent.sopro.susu.ac.ru/W/ej/index.html>

10. Цифровые датчики семейства ZETSENSOR. Электронные технологии и метрологические системы. 2019.  
<http://www.zetlab.ru/catalog/vibrostats/>

<https://zetlab.com/podderzhka/tsifrovyye-datchiki-semeystva-zetsensor/>

11. Leuze electronic – sensor people. Разработка, производство и сбыт оптических, индуктивных, емкостных, ультразвуковых датчиков для автоматизации исследований. <http://www.leuze-russia.ru/products/>

Все рекомендованные учебники, учебные пособия и учебно-методические указания находятся в On-Line доступе согласно приведенных ссылок.

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины, реализуемой, согласно Рабочему учебному плану дисциплины в третьем семестре, отводится 36 часов аудиторных занятий, 72 часа самостоятельной работы для закрепления материалов лекций и практических занятий, а также 36 часов для подготовки к экзамену.

На лекционных занятиях *преподаватель контролирует* посещаемость и работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, логически демонстрирует развитие потока знаний по предмету в историческом, физическом, технологическом и математическом аспектах, показывает основные проблемы, решаемые с применением методов предмета. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть рекомендуемые практикумы с примерами, подобными разобранным на лекциях.

**Рекомендации студентам по работе с литературой:** в процессе освоения теоретического материала дисциплины необходимо вести конспект лекций и добавлять к лекционному материалу информацию, полученную из рекомендуемой литературы.

При этом, желательно проводить анализ полученной дополнительной информации и информации лекционной, анализировать существенные дополнения, возможно на следующей лекции ставить вопросы, связанные с дополнительными знаниями преподавателю.

Помимо учебных пособий, рекомендованных в списке литературы, студент может обратиться в соответствующий раздел фонда научной библиотеки ДВФУ, где доступны учебные пособия, разработанные по данной дисциплине:

1. Арзамасов В.Б., Черепяхин А.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник для ВУЗов, 2007, 447 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:383429&theme=FEFU>

2. Основы расчетных методов линейной механики разрушения : [монография] /Г. В. Матохин, К. П. Горбачев Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета , 2008. - 304 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382437&theme=FEFU>

Кроме указанных учебных пособий в фондах библиотеки каждый студент имеет возможность получить доступ как к электронным, так и к «твердотельным» (бумажным) экземплярам учебников, пособий и указаний по изучаемому предмету во всех его аспектах, воспользовавшись электронным каталогом или обычным – на библиографических карточках. При подготовке к занятиям, включая подготовку к решению задач на практических занятиях, студент может использовать, прежде всего, знания и информацию по предмету, полученные на лекционных занятиях, а также знания, получаемые при регулярной работе с рекомендованной литературой и Интернет-ресурсами, включая изучение нормативных источников, которые являются основой в понимании прикладных задач и методов их решения.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных и практических занятий используются нижеуказанные аудитории и оборудование.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корп. Е, Этаж 8, ауд. Е818	Мультимедийная аудитория на 25 посадочных мест. Учебная мебель на 25 мест, Место преподавателя (стол, стул). Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line (1 шт.); Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi (1 шт.); Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuagex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48. Доска ученическая двусторонняя магнитная, для письма мелом и маркером
Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корп. Е, Этаж 6, ауд. Е6056	Учебный класс на 16 посадочных мест Мебель на 16 посадочных мест Пресс МС-1000 Измеритель защитного слоя бетона ПОИСК-2.51 Пространственная конструкция 3 шт Плоская конструкция 5 шт макет каркаса промышленного здания Макет кружально-сетчатого свода Макет плоского двухригельного гидротехнического затвора. 400.0мм*200.0мм.*70.0мм Макет сегментного гидротехнического затвора Стенд для испытания стальных ферм Стенды лабораторные Стенд для испытания деревянных конструкций

	Доска ученическая двусторонняя магнитная, для письма мелом и маркером
Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н г. , Русский Остров, ул. Аякс, п, д. 10, кор. А (Лит. П), Этаж 10, каб.А1002	Читальный зал естественных и технических наук: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 58 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C) Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS) <b>Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья</b> оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками
Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н г. , Русский Остров, ул. Аякс, п, д. 10, кор. А (Лит. П), Этаж 10, каб.А1042	Читальный зал периодических изданий: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 5 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C)
Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н г. , ул. Алеутская, д. 65б, Этаж 2, зл.203	Универсальный читальный зал: Многофункциональное устройство (МФУ) Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK Персональные системы для читальных залов терминала – 12 шт. Рабочее место для медиа-зала HP dc7700 – 2 шт. Персональные системы для медиа-зала в комплекте - 7 шт.
Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н г. , ул. Алеутская, д. 65б, Этаж 3, зл.303	Читальный зал редких изданий: Персональные системы для читальных залов терминала - 6шт. Проектор Экран
Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н г. , ул. Алеутская, д. 65б, Этаж 3, зл.411	Зал доступа к электронным ресурсам: Персональные системы для читальных залов терминала – 15 шт.

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



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Механика разрушения»**

Направление – 08.00.00 Техника и технологии строительства,  
08.04.01 Теория и проектирование зданий и сооружений,  
Форма подготовки – очно-заочная

Владивосток  
2017

## Виды самостоятельной работы, ее оценка и контроль

К самостоятельной работе студентов при изучении дисциплины «Механика разрушения» относятся следующие виды работ:

- самостоятельное изучение теоретической составляющей материалов практических занятий по литературным источникам и информационными ресурсами Интернета;
- самостоятельная проработка решенных на практических занятиях задач, их доработка и соответствующее оформление результатов.

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы студентов (СРС)	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	3 неделя	Работа с материалами прошедших практических занятий <i>ПрЗ</i> -1;2;3, и литературой по теоретической составляющей задач	3 часа	Опрос УО-1 в конце <i>ПрЗ</i> -3
2	6 неделя	Работа с материалами прошедших практических занятий <i>ПрЗ</i> -4;5;6, и литературой по теоретической составляющей задач	3 часа	Опрос УО-1 в конце <i>ПрЗ</i> -3
3	9 неделя	Работа с материалами прошедших практических занятий <i>ПрЗ</i> -7;8;9, и литературой по теоретической составляющей задач	3 часа	Опрос УО-1 в конце <i>ПрЗ</i> -3
4	12 неделя	Работа с материалами прошедших практических занятий <i>ПрЗ</i> -10;11;12, и литературой по теоретической составляющей задач	3 часа	Опрос УО-1 в конце <i>ПрЗ</i> -3
5	15 неделя	Работа с материалами прошедших практических занятий <i>ПрЗ</i> -13;14;15, и литературой по теоретической составляющей задач	3 часа	Опрос УО-1 в конце <i>ПрЗ</i> -3
6	18 неделя	Работа с материалами прошедших практических занятий <i>ПрЗ</i> -16;17;18, и литературой по теоретической составляющей задач	3 часа	Опрос УО-1 в конце <i>ПрЗ</i> -3
7		Подготовка к экзамену	54 часа	
		<b>ВСЕГО в по всему курсу</b>	<b>72</b>	<b>6 опросов</b>

Отдельной составляющей в итоговой оценке по предмету оценка самостоятельной работы не является. Вместе с тем оценка самостоятельной работы всё же имеет непосредственное отношение к итоговым результатам по дисциплине. Во-первых, оценка самостоятельной работы включается в оценку такой формы промежуточного контроля, как оценка текущей работы на занятиях. Во-вторых, так как самостоятельная работа по предмету поощряется, преподаватель может использовать (и, как правило, использует) баллы, накопленные по самостоятельной работе в качестве

составляющей при ведении рейтинговой оценки успеваемости студентов. Независимо от вида самостоятельной работы, критериями положительной самостоятельной работы могут считаться:

- умение проводить анализ;
- умение выделить главное (в том числе, умение ранжировать проблемы);
- самостоятельность в поиске и изучении литературы, т.е. способность обобщать материал не только из лекций, но и из разных прочитанных и изученных источников;
- умение использовать собственные примеры и наблюдения;
- заинтересованность в предмете;
- умение показать место данного вопроса в общей структуре курса, его связь с другими вопросами культуры речи
- умение применять свои знания для ответа на вопросы.

Формами контроля в данном курсе в соответствии с рабочим Учебным планом являются устные опросы (УО) по темам прошедших ранее занятий. В Приложении 2 приведены темы для подготовки к устному опросу (собеседованию) и критерии оценки устных ответов при собеседовании.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Механика разрушения»**

Направление – 08.00.00 Техника и технологии строительства,  
08.04.01 Теория и проектирование зданий и сооружений,  
Форма подготовки – очно-заочная

Владивосток  
2015

**Паспорт фонда оценочных средств  
по дисциплине «Механика разрушения»**

**Формируемые профессиональные компетенции:**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-11 способность и готовностью проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований	Знает	– как правильно, с соблюдением нормативных требований к проведению количественного эксперимента, выбрать параметры процесса, определяющие его протекание и влияющие на выход исследуемой величины
	Умеет	– регистрировать, анализировать и оценивать результаты исследований с целью определению исходных данных для проектирования
	Владеет	– готовностью проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов
ПК-6 способность разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты	Знает	– методы разработки плана полнофакторного эксперимента
	Умеет	– разработать программы проведения научных исследований и разработок, подготовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний
	Владеет	– навыком проведения эксперимента и испытания, обобщения и анализа их результатов
ПК-7 умение вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, готовить научно-технические отчеты, обзоры публикаций по теме исследования	Знает	– как собирать, систематизировать и анализировать информацию по теме исследования для формирования целей и задач исследования
	Умеет	–готовить научно-технические отчеты, обзоры и публикации по теме исследования
	Владеет	готовить научно-технические отчеты, обзоры публикаций по теме исследования
ПК-8 способность разрабатывать физические	Знает	– методы разработки физических и математических моделей явлений разрушения твердого тела
	Умеет	– выбрать комплекс значимых параметров явлений и объектов для их исследования как факторов, определяющих основные

и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к механике разрушения материалов и элементов конструкций		характеристики моделирования исследуемого явления или объекта с использованием прог-раммно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного построения напряженно-деформированных состояний материала в критических зонах;
	Владеет	– навыками анализа результатов мониторинга объектов с целью определения расчетных параметров для разработки моделей их деформирования и разрушения

### Контрольные параметры оценивания уровня освоения компетенций

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование						
			Текущий контроль		Промежуточная аттестация				
1	Тема 1	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	1	4	7	
			Умеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	2	5	8	
			Владеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	3	6	9	
	Тема 2	ПК6	Знает	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	4	7	1	
			Умеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	5	8	2	
			Владеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	6	9	3	
			ПК7	Знает	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	7	1	4
				Умеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	8	2	5
				Владеет	Устный опрос УО-1	Вопросы к экзамену	9	3	6
2	Тема 3	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	10	16	13	
			Умеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	11	17	14	
			Владеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	12	18	15	
	Тема 4	ПК-6	Знает	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	13	10	16	
			Умеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	14	11	17	
			Владеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	15	12	18	
			ПК-7	Знает	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	16	13	10
				Умеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	17	14	11
				Владеет	Устный опрос УО-2	Вопросы к экзамену	18	15	12
3	Тема 5	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	19	22	25	
			Умеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	20	23	26	
			Владеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	21	24	27	
		ПК6	Знает	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	22	25	19	
			Умеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	23	26	20	
			Владеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	24	27	21	
		ПК7	Знает	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	25	19	22	
			Умеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	26	20	23	
			Владеет	Устный опрос УО-3	Вопросы к экзамену	27	21	24	
4	Тема 6	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену	28	31	34	
			Умеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену	29	32	35	
			Владеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену	30	33	36	
		ПК-6	Знает	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену	31	34	28	
			Умеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену	32	35	29	
		Владеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену	33	36	30		

5	Тема 7	ПК-7	Знает	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену 34	28	30
			Умеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену 35	29	31
			Владеет	Устный опрос УО-4	Вопросы к экзамену 36	30	32
	Тема 8	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 37	40	43
			Умеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 38	41	44
			Владеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 39	42	45
		ПК-6	Знает	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 40	43	37
			Умеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 41	44	38
			Владеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 42	45	39
ПК-7	Знает	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 43	38	40		
	Умеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 44	39	41		
	Владеет	Устный опрос УО-5	Вопросы к экзамену 45	37	42		
6	Тема 9	ОПК11	Знает	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 46	49	52
			Умеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 47	50	53
			Владеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 48	51	54
	Тема 10	ПК-6	Знает	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 49	52	46
			Умеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 50	53	47
			Владеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 51	54	48
		ПК-7	Знает	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 52	46	49
			Умеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 53	47	50
			Владеет	Устный опрос УО-6	Вопросы к экзамену 54	48	51

**Методические материалы, определяющие процедуры  
оценивания результатов освоения дисциплины  
«Механика разрушения»**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Механика разрушения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Механика разрушения» проводится в форме устного опроса (УО) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

Оценка освоения учебной дисциплины «Механика разрушения» является

комплексным мероприятием, которое в обязательном порядке учитывается и фиксируется ведущим преподавателем. Такие показатели этой оценки, как посещаемость всех видов фиксируется в журнале посещения занятий.

Степень усвоения теоретических знаний оценивается такими контрольными мероприятиями как устный опрос. Уровень овладения практическими навыками и умениями, результаты самостоятельной работы оцениваются работой студента над вопросами по тестированию.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Механика разрушения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Механика разрушения» предусмотрен экзамен, который проводится в конце учебного семестра в виде устного опроса в форме ответов на вопросы по билету.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ по дисциплине «Механика разрушения»**

### **Вопросы к экзамену**

1. Открытия и разработки ученых 20 века в области механики разрушения.
2. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Феноменологические факторы, определяющие реальную прочность материалов твердых тел.
3. Структура и текстура материала – как основа для моделирования реального тела различными методами. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса)?
4. Влияние структуры материала и условий нагружения на его механическое поведение.
5. Напряженное состояние у вершины полубесконечной трещины. Коэффициенты интенсивности напряжений.
6. Методы расчетов коэффициентов интенсивности напряжений в упругих телах при различных условиях нагружения. Примеры.
7. Коэффициенты интенсивности напряжений в ДКБ-образце. Задача И.В. Обреимова.

8. Электрохимический механизм роста трещин при коррозионном разрушении.
9. Исследования критериев разрушения на образцах – достоинства и недостатки
10. Механизмы накопления дефектов и разрушения материалов при многоцикловом нагружении.
11. Силовой и энергетический критерии хрупкого разрушения. Эквивалентность этих критериев.
12. Концепция квазихрупкого разрушения. Что описывает поправка Ирвина на пластическую деформацию в кончике трещины?
13. Что представляет собой модель Леонова-Панасюка-Дагдейла? Как учитывается разгрузка трещины в модели Дагдейла?
14. Как распределяется напряжение у вершины плоской трещины в упругопластическом материале?
15. Какие Вы знаете двухпараметрические критерии разрушения?
16. Какими методами определяется предел трещиностойкости материала?
17. Какова асимптотика напряжений у вершины стационарной трещины в нелинейно вязком теле?
18. Факторы, регулирующие переход от вязкого разрушения материалов к хрупкому.
19. Механизмы и особенности роста трещин в поликристаллических материалах.
20. Иерархия и стадийность процессов в механике разрушения материалов.
21. Вероятностные аспекты разрушения, учет изменения свойств материалов в процессе эксплуатации сооружений
22. Скорость нагружения и температура материала как основные факторы формирующие механизмы разрушения.
23. Энергетическая теория разрушения материалов и критерий Гриффитса
24. Основные критерии механики разрушения, экспериментальные методы их определения.
25. Чем характеризуют пластичность материала?
26. Какие деформации называются упругими и какие остаточными?
27. В чем различия между упругими и пластическими деформациями?
28. Что называется пределом пропорциональности, пределом упругости?
29. Что такое предел текучести и пределом прочности?
30. По какому признаку делят материалы на пластичные и хрупкие
31. Каким показателем характеризуется хрупкость материала?
32. Назовите характеристики пластичности материала.
33. Какое влияние на испытуемый материал оказывает повышение и понижение температуры?
34. Какая из механических характеристик выбирается в качестве предельного напряжения для пластичных и хрупких материалов?
35. Какое явление называют текучестью?
36. Что называется наклёпом, последствием, релаксацией?

37. Как определяется работа внешней силы и потенциальная энергия в образце по диаграмме растяжения? В каких случаях эти величины совпадают?
38. Какой вид деформации испытывает материал образца при его испытании на сдвиг?
39. В чем заключается условие прочности элемента конструкции, детали машины с позиций механики разрушения?
40. Что такое испытания на ударную вязкость? Какова размерность значения показателя ударной вязкости
41. Методы оценки характеристик механики разрушения и других механических свойств при циклическом нагружении
42. Электрохимический механизм роста трещин при коррозионном разрушении.
43. Коррозионное растрескивание и его моделирование, виды моделей.?
44. Какова математическая модель коррозионного роста трещин?
45. Многоцикловая и малоцикловая усталость.
46. Рост трещин при циклическом нагружении. Эмпирическая формула Париса.
47. Как определяется усталостная долговечность?
48. Что такое «вязкость разрушения». Метод её определения?
49. Что такое удельная энергия трещинообразования?
50. Каким методом можно определить удельную энергию разрушения материала?
51. Потери энергии при передаче воздействующего тела на массив материала. Какими параметрами тела и процесса они обусловлены?
52. Что такое удельная энергия разрушения материала, каков её физический смысл?
53. Диффузионная модель роста трещины при водородном охрупчивании.
54. Применение основных идей механики разрушения к контактными задачам.

**Критерии выставления оценки на экзамене по результатам ответов студентом на вопросы по дисциплине «Механика разрушения»:**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экза- мена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
<b>86-100</b>	<b>«отлично»</b>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

76-85	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при ответах на дополнительные вопросы.
менее 61	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ по дисциплине «Механика разрушения»

№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	УО-1 ..... ..... УО-6	Устный опрос (собеседование)	Средство контроля, организованное как специальная короткая беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объемов и уровней знания, умений и навыков у обучающегося по определенным разделам изучаемой дисциплины	Вопросы по темам/разделам дисциплины

### Вопросы (темы) для текущего контроля усвоения материалов учебного курса при проведении устных опросов (УО)

Для проведения УО-1. Предмет механики разрушения. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Катастрофические разрушения 40-50 годов. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса). Напряженное состояние у вершины трещины. Полубесконечная трещина. Три типа трещин. Коэффициенты интенсивности напряжений. Методы расчета коэффициентов интенсивности напряжений. Принцип суперпозиции решений. Силовой и энергетический критерии локального разрушения. Влияние упрочнения. Распределение напряжений у вершины трещины в упругопластическом материале со степенным упрочнением. Силовой критерий локального разрушения для трещин нормального отрыва и трещин сдвига.

**Для проведения УО-2.** Напряжения в кончике трещины. Силы сцепления. Различные модели трещины. Структура конца полубесконечной упруго-идеально-пластической трещины. Интегральная работа деформаций. Концепция квазихрупкого разрушения. Переход от вязкого типа разрушения к хрупкому. Влияние времени нагружения и температуры материала на тип разрушения. Разгрузка и повторное нагружение трещины в модели Дагдейла. Понятие самоупрочняющегося материала. Инструментальное исследование поверхностей разрушения (излома). Образцы и методы экспериментального определения значений энергетических критериев разрушения.

**Для проведения УО-3.** Процесс накопления упругой потенциальной энергии в деформируемом объеме тела. Энергетическая теория прочности (теория удельной энергии разрушения). Энергетический критерий локального разрушения. Вывод формулы удельной энергии разрушения при объемной и плоской деформации тела в теории упругости. Постановка задачи растяжения пластины с овальным вырезом по работе А. Гриффитса «Явление разрушения и течения твердого тела». Переход к задаче с плоским вырезом. Концентрация напряжений у кончика выреза. Квазихрупкое разрушение. Работы Ирвина и Орована. Интеграл Черепанова-Райса.

**Для проведения УО-4.** Теоретические предпосылки экспериментального определения силового и энергетического критерия локального разрушения. Распределение напряжений и перемещений у вершины полубесконечной трещины. Докритический рост трещины. Физическая модель для определения параметров развития трещины отрыва. Физическая модель для определения параметров развития трещины сдвига..

Основные схемы, устанавливающие переход металла из вязкого состояния в хрупкое. Распространение трещин и переход металла в хрупкое состояние при изгибе. Анализ структуры изломов образцов. Силовые, деформационные и энергетические характеристики трещиностойкости металла. Критическое значение коэффициента интенсивности напряжений в вершине трещины в условиях плоской деформации. Практическое применение критериев трещиностойкости для оценки прочности металла конструкций и машин.

**Для проведения УО-5.** Экспериментальные методы определения вязкости разрушения. Типовые схемы испытаний материалов на определение критериев разрушения. Лабораторные исследования реального развития трещин отрыва на образцах. Лабораторные исследования реального развития трещин сдвига на образцах. Типы образцов. Требования к образцам по размерам, форме и чистоте рабочих граней. Специальные образцы с надрезом для испытания на ударную вязкость и на

определение удельной энергии механического разрушения материалов, для испытаний на сдвиг и скол, для испытаний кручением и для многоцикловых испытаний. Стандартные образцы для механических испытаний материалов на вязкость разрушения. Машины и приспособления.

**Для проведения УО-6.** Влияние дефектов на долговечность материалов. Теории накопления дефектов. Кинетическая теория прочности Журкова С.Н. Природа старения (деструкции) и упрочнения материала. Факторы снижения долговечности сооружений: адсорбционное понижение прочности, водородное охрупчивание и коррозионное растворение. Адсорбция поверхностно-активных веществ на материала в кончике трещины. Эффект Ребиндера облегчения разрушения. Коррозионное растворение как фактор снижения прочности и долговечности конструкционных материалов. Коррозионно-усталостное разрушение. Докритический рост трещин при водородном охрупчивании малой области вблизи вершин трещин. Расчёт элементов конструкций на долговечность

### **Критерии оценки (устный ответ) при собеседовании**

100-86 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, 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 процессов изучаемой предметной области, 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 допускаются одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, 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 процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.