



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

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
«Строительные материалы и изделия»

Цуприк В.Г.

« 29 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента  
«Морские арктические технологии»



Беккер А.Т.

« 29 » января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Механика разрушения композитных материалов  
**Направление подготовки**  
08.06.01 Техника и технологии строительства  
Профиль «Строительные материалы и изделия»

**Форма подготовки (очная)**

курс 2 семестр 4  
лекции 18 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы не предусмотрены  
с использованием МАО лек. 6 / пр. 6 / лаб. час.  
всего часов контактной работы 36 час.  
в том числе с использованием МАО 12 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену - не предусмотрен  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрена  
зачет 4 семестр

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 873

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента Морских арктических технологий, протокол № 5 от « 27 » января 2021 г.

Составитель: канд. техн. наук, доцент, Цуприк В.Г.

## **Аннотация РПД «Механика разрушения композитных материалов»**

Дисциплина «Механика разрушения композитных материалов» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства, профиль «Строительные материалы и изделия». Трудоемкость дисциплины – 3 зачетные единицы (108 академических часов), включает в себя 18 часа лекций, 18 часа практических занятий и 72 часа самостоятельной работы. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в четвертом семестре. Дисциплина «Механика разрушения композитных материалов» входит в вариативную часть учебного плана Б1.В.ОД.6 и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина обеспечивает высокий уровень овладения аспирантами современных методов исследования строительных материалов и изделий, что позволяет им использовать достижения мировой науки в научно-исследовательской и преподавательской деятельности.

**Целью** изучения дисциплины «Механика разрушения композитных материалов» является подготовка к практической деятельности аспирантов в области расчета и проектирования прочности исследуемых строительных материалов: 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:**

- дать аспирантам 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 аспирантов 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 аспирантов понимать его цели и задачи;

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

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (элементы компетенций):

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ПК-1 Разработка теоретических основ получения, составов и принципов производства эффектив-	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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности		исследований с целью определения исходных данных для проектирования
	Владеет	проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов
ПК-2 Способность управлять физико-химическими процессами структурообразования и технологией получения новых строительных материалов	знает	научные основы влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов
	умеет	провести исследование влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов
	владеет	навыком проведения исследований фундаментальных связей состава строительных материалов с физико-химическими процессами структурообразования
ПК-3 Готовность обеспечивать высокие эксплуатационные свойства новых строительных изделий и конструкций при механическом нагружении и воздействии окружающей среды	знает	методы разработки физических и математических моделей явлений разрушения материала как твердого тела
	умеет	выбрать комплекс значимых параметров явлений и объектов для их исследования как факторов, определяющих основные характеристики моделирования исследуемого явления или объекта
	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 композитных материалов» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: презентации, кейс-технологии, проблемные лекции, метод анализа конкретных ситуаций, метод разыгрывания ролей, метод игрового производственного проектирования, мозговой штурм, интерактивное занятие с применением видеоматериалов, и др.

Широкое применение получают методы: круглые столы (дискуссии, дебаты), тематические конференции, деловые игры, имитирующие реальные условия проведения исследования прочности строительных материалов и изделий.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час., в том числе 6 час. с использованием методов активного обучения)**

## **РАЗДЕЛ I. Статическая механика разрушения (12/2 час.)**

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

Катастрофические разрушения 40-50 годов. Неадекватность МТДТ в предсказании разрушения конструкций. Предмет механики разрушения. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса). Трещины вблизи концентраторов напряжений (плоская задача).

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

Траектория развития трещины. Фронт трещины. Трещины нормального отрыва, продольного и поперечного сдвига. Концепция квазихрупкого разрушения. Коэффициенты интенсивности напряжений для изолированной прямолинейной трещины в бесконечной упругой плоскости. Силовой критерий локального разрушения для трещин нормального отрыва и трещин сдвига. Практическое применение критериев трещиностойкости для оценки прочности металла конструкций и машин.

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

Силы сцепления. Различные модели трещины. Структура конца полубесконечной трещины для упруго-пластического материала с упрочнением (линейное и степенное упрочнение). Развитие пластического деформирования в процессе накопления упругой энергии в массиве.

### **Тема 4. Типы разрушения материала, условия для реализации разных типов разрушения (2 час.).**

Интегральная работа деформаций. Условия для развития пластического, упруго-пластического и хрупкого разрушения материалов. Переход от вязкого типа разрушения к хрупкому. Картина пластического вдавливания сферы, клина, прямоугольного штампа. Влияние упрочнения. Распределение

напряжений у вершины трещины в упругопластическом материале со степенным упрочнением. Разгрузка и повторное нагружение трещины в модели Дагдейла. Понятие самоупрочняющегося материала.

### **Тема 5. Энергетическая концепция разрушения (4 час).**

Процесс накопления упругой потенциальной энергии в деформируемом объеме тела. Энергетическая теория прочности (теория удельной энергии разрушения). Энергетический критерий локального разрушения. Квазихрупкое разрушение. Работы Ирвина и Орована. Интеграл Черепанова-Райса. Влияние температуры тела и скорости приложения нагрузки на тип разрушения.

## **РАЗДЕЛ II. Усталостная механика разрушения (6/4 час)**

### **Тема 1. Усталостная долговечность материалов (2/2 часа)**

Общие закономерности усталостного разрушения металлов. Долговечность по числу циклов. Параметры цикла. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Снижение долговечности – как причина накопления усталостных трещин при стохастическом деформировании материалов. Решение типовых задач усталостной долговечности для тел с трещинами. Расчет допустимых размеров усталостной трещины.

### **Тема 2. Факторы снижение долговечности сооружений (2/2 час.)**

Влияние дефектов на долговечность материалов. Теории накопления дефектов. **Кинетическая теория прочности Журкова С.Н.** Природа старения (деструкции) и упрочнения материала. Факторы снижение 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. Расчет элементов конструкций на долговечность

### **Тема 3. Использование критериев механики разрушения (2 час.).**

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

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час., в том числе 6 час. с использованием методов активного обучения)**

**Лабораторные работы - не предусмотрены**

### **Практические занятия (18/6 час.)**

**Занятие 1. (2 час.)** Иголообразный и дискообразный дефекты в упругой среде. Постановка задачи растяжения пластины с плоским сквозным дефектом в середине сечения. Имитационное моделирование процесса изменений напряженно-деформированного состояния при чистом растяжении пластины с вырезом.

**Занятие 2. (2 час.)** Распределение напряжений и перемещений у вершины полу-бесконечной трещины в массиве.

**Занятие 3. Инструментальное исследование поверхностей разрушения (излома). (2/2 час.)**

**Занятие 4. Вывод формулы удельной энергии разрушения при объемной и плоской деформации тела в теории упругости. (2 час.)** 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.

### **Занятие 5. Экспериментальные методы определения энергетических критериев прочности и их применение (4/2 час.)**

Теоретические предпосылки экспериментального определения силового и энергетического критерия локального разрушения. Распределение напряжений и перемещений у вершины полубесконечной трещины. Докритический рост трещины. Экспериментальные методы определения вязкости разрушения. Физическая модель для определения параметров развития трещины отрыва.

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

### **Занятие 6. Образцы, машины и приборы для экспериментального определения значений энергетических критериев разрушения (6/2час.)**

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.

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.

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



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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Механика разрушения композитных материалов» 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 методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Статическая механика разрушения	ПК-1, ПК-2, ПК-3	знает	Собеседование, конспект	Вопросы на зачет 1-39
			умеет		
			владеет		
2	Усталостная механика разрушения	ПК-1, ПК-2, ПК-3	знает	Собеседование, конспект	Вопросы на зачет 40-54
			умеет		
			владеет		

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

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

## Основная литература

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

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-544055&theme=FEFU>

2. Механика разрушения: курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов, Санкт-Петербург : Профессия, 2012-551 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:675560&theme=FEFU>

3. 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>

4. 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>

5. Леденев В.В. Теоретические основы механики деформирования и разрушения: монография / Леденев В.В., Однолько В.Г., Нгуен З.Х. – Тамбов: Изд-во ФГБЦУ ВПО «ТГТУ», 2013, 312 с.

<http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2013/ledenev-a.pdf>

6. Сорокин, В. Н. Экспериментальная механика: конспект лекций. /– Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 116 с. <http://www.twirpx.com/file/371245/>

7. Филиппов А.С. Численные методы в механике деформируемого твердого тела. М.: 2016. <https://www.twirpx.com/file/2274102/>

## Дополнительная литература

1. Механика разрушения. / Г.П.Черепанов, Л.В.Ершов М.: Машиностроение, 1977-224с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:397975&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>

3. 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>

4. Потапова Л.Б., Ярцев В.П. Механика материалов при сложном напряженном состоянии: Как прогнозируют предельные напряжения. Монография. - М.: Изд-во "Машиностроение", 2011.-244с.

<http://window.edu.ru/resource/142/38142>

5. Брок Д. Основы механики разрушения. Учебник. М. Высшая школа, 1980. 368 с. [http://mysopromat.ru/uchebnye\\_kursy/mehanika\\_razrusheniya/](http://mysopromat.ru/uchebnye_kursy/mehanika_razrusheniya/)

6. 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\\_mehaniika\\_pogreshnosti\\_2c\\_tenzom\\_optiko\\_polyar.pdf](http://pstu.ru/files/file/adm/fakultety/kuznecova_e_v_eksperimentalnaya_mehaniika_pogreshnosti_2c_tenzom_optiko_polyar.pdf)

7. Рахимкулов Р.Р. Сопоставление значений величины вязкости разрушения  $K_{Ic}$ , полученной на образцах с шевронной прорезкой и по стандартной методике для стали СтЗсп. 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)

8. 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>

### **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 аспиранта» <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. <http://www.zetlab.ru/catalog/vibrostats/>  
<https://zetlab.com/podderzhka/tsifrovyie-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/>

## VI. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест -15.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник:

	Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест - 4.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П/П	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Учебная мебель на 15 рабочих мест, Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.).
2	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Оборудование: Учебная мебель на 4 рабочих места, Компьютер Lenovo C360G-i3-4130T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB) 500 GB, клавиатура, компьютерная мышь - - 3 шт; Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C-1 шт.)
3	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Учебная мебель на 16 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул), мультимедийный проектор OptimaEX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт. Доска аудиторная.
4	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605а Помещение для хранения и профилактики учебного оборудования	Учебная мебель на 1 рабочее место

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»  
(ДВФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Механика разрушения композитных материалов»**

**Направление подготовки**

08.06.01 Техника и технологии строительства

Профиль «Строительные материалы и изделия»

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток**

**2021**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-12 недели	Проработка материала раздела 1	48 часа	Конспект лекций
2	13-18 недели	Проработка материала раздела 2	24 часа	Конспект лекций

### Методические указания по организации самостоятельной работы

Освоение материала по тематике дисциплины предполагает выполнение самостоятельной работы аспирантами, которая призвана углубить и закрепить конкретные теоретические и практические знания, полученные на аудиторных занятиях.

В рамках самостоятельной подготовки к занятиям аспиранты самостоятельно изучают вопросы по пройденным темам, используя при этом учебную литературу из предлагаемого списка, периодические печатные издания, научную и методическую информацию, базы данных информационных сетей (Интернет и др.).





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

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине **«Механика разрушения композитных материалов»**  
**Направление подготовки**  
08.06.01 Техника и технологии строительства  
Профиль «Строительные материалы и изделия»  
**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток**  
**2021**

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Механика разрушения композитных материалов»

**Формируемые компетенции**

**ПК-1 Разработка теоретических основ получения, составов и принципов производства эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> как правильно, с соблюдением нормативных требований к проведению количественного эксперимента, выбрать параметры процесса, определяющие его протекание и влияющие на выход исследуемой величины	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания как правильно, с соблюдением нормативных требований к проведению количественного эксперимента, выбрать параметры процесса, определяющие его протекание и влияющие на выход исследуемой величины	Общие, но не структурированные знания как правильно, с соблюдением нормативных требований к проведению количественного эксперимента, выбрать параметры процесса, определяющие его протекание и влияющие на выход исследуемой величины	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания как правильно, с соблюдением нормативных требований к проведению количественного эксперимента, выбрать параметры процесса, определяющие его протекание и влияющие на выход исследуемой величины	Сформированные систематические знания как правильно, с соблюдением нормативных требований к проведению количественного эксперимента, выбрать параметры процесса, определяющие его протекание и влияющие на выход исследуемой величины
<b>Умеет:</b> регистрировать, анализировать и оценивать результаты исследований с целью определения исходных данных для проектирования	Отсутствие умений	Частично освоенное умение регистрировать, анализировать и оценивать результаты исследований с целью определения исходных данных для проектирования	В целом успешное, но не систематическое умение регистрировать, анализировать и оценивать результаты исследований с целью определения исходных данных для проектирования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение регистрировать, анализировать и оценивать результаты исследований с целью определения исходных данных для проектирования	Сформированное умение регистрировать, анализировать и оценивать результаты исследований с целью определения исходных данных для проектирования
<b>Владет:</b> проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков владения проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов	Успешное и систематическое применение навыков проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	неудовлетворительно	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**ПК-2 Способность управлять физико-химическими процессами структурообразования и технологией получения новых строительных материалов**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> научные основы влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания научные основы влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	Общие, но не структурированные знания научные основы влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания научные основы влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	Сформированные систематические знания научные основы влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов
<b>Умеет:</b> провести исследование влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	Отсутствие умений	Частично освоенное умение провести исследование влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение провести исследование влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение провести исследование влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	Сформированное умение провести исследование влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов
<b>Владет:</b> навыком проведения исследований фундаментальных связей состава строительных материалов с физико-химических процессов структурообразования	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков проведения исследований фундаментальных связей состава строительных материалов с физико-химических процессов структурообразования	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проведения исследований фундаментальных связей состава строительных материалов с физико-химических процессов структурообразования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков проведения исследований фундаментальных связей состава строительных материалов с физико-химических процессов структурообразования	Успешное и систематическое применение навыков проведения исследований фундаментальных связей состава строительных материалов с физико-химических процессов структурообразования
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	неудовлетворительно	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**ПК-3 Готовность обеспечивать высокие эксплуатационные свойства новых строительных изделий и конструкций при механическом нагружении и воздействии окружающей среды**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> методы разработки физических и математических моделей явлений разрушения материала как твердого тела	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов разработки физических и математических моделей явлений разрушения материала как твердого тела	Общие, но не структурированные знания методов разработки физических и математических моделей явлений разрушения материала как твердого тела	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания методов разработки физических и математических моделей явлений разрушения материала как твердого тела	Сформированные систематические знания методов разработки физических и математических моделей явлений разрушения материала как твердого тела
<b>Умеет:</b> выбрать комплекс значимых параметров явлений и объектов для их исследования как факторов, определяющих основные характеристики моделирования исследуемого явления или объекта	Отсутствие умений	Частично освоенное умение выбрать комплекс значимых параметров явлений и объектов для их исследования как факторов, определяющих основные характеристики моделирования исследуемого явления или объекта	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбрать комплекс значимых параметров явлений и объектов для их исследования как факторов, определяющих основные характеристики моделирования исследуемого явления или объекта	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбрать комплекс значимых параметров явлений и объектов для их исследования как факторов, определяющих основные характеристики моделирования исследуемого явления или объекта	Сформированное умение выбрать комплекс значимых параметров явлений и объектов для их исследования как факторов, определяющих основные характеристики моделирования исследуемого явления или объекта
<b>Владеет:</b> навыками анализа результатов мониторинга объектов с целью определения расчетных параметров для разработки моделей их деформирования и разрушения	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа результатов мониторинга объектов с целью определения расчетных параметров для разработки моделей их деформирования и разрушения	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа результатов мониторинга объектов с целью определения расчетных параметров для разработки моделей их деформирования и разрушения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков анализа результатов мониторинга объектов с целью определения расчетных параметров для разработки моделей их деформирования и разрушения	Успешное и систематическое применение навыков анализа результатов мониторинга объектов с целью определения расчетных параметров для разработки моделей их деформирования и разрушения
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	неудовлетворительно	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

## Перечень оценочных средств

№ п/п	Контролируемые части дисциплины	Коды компетенций и планируемые результаты обучения		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ОПК-1	Знает как правильно, с соблюдением нормативных требований к проведению количественного эксперимента, выбрать параметры процесса, определяющие его протекание и влияющие на выход исследуемой величины	собеседование, конспект	вопросы для подготовки к зачету
		ОПК-2	Знает научные основы влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	собеседование, конспект	
		ОПК-3	Знает методы разработки физических и математических моделей явлений разрушения материала как твердого тела	собеседование, конспект	
2	Практическая часть	ОПК-1	Умеет регистрировать, анализировать и оценивать результаты исследований с целью определения исходных данных для проектирования	собеседование	вопросы для подготовки к зачету
			Владеет проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов	собеседование	
		ОПК-2	Умеет провести исследование влияния физико-химических процессов структурообразования и технологии производства на прочностные характеристики строительных материалов	собеседование	
			Владеет навыком проведения исследований фундаментальных связей состава строительных материалов с физико-химических процессов структурообразования	собеседование	
		ОПК-3	Умеет выбрать комплекс значимых параметров явлений и объектов для их исследования как факторов, определяющих основные характеристики моделирования исследуемого явления или объекта	собеседование	
			Владеет навыками анализа результатов мониторинга объектов с целью определения расчетных параметров для разработки моделей их деформирования и разрушения	собеседование	

# КОМПЛЕКСЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Теоретическая часть

## Темы докладов

по дисциплине Механика разрушения композитных материалов

1. Краткая историческая справка науки о прочности.
2. Машины и приспособления определения энергетических критериев прочности в Дальневосточном федеральном округе.
3. Машины и приспособления определения энергетических критериев разрушения в Дальневосточном федеральном округе.

Практическая часть

**Перечень дискуссионных тем для собеседования**  
по дисциплине Механика разрушения композитных материалов

### Перечень дискуссионных тем:

1. Работа А. Гриффитса «Явление разрушения и течения твердого тела».
2. Работы Ирвина и Орована.
3. Интеграл Черепанова-Райса
4. Кинетическая теория прочности Журкова С.Н.

## ЗАЧЕТНО-ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Вопросы к зачету (4 семестр)

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 пластичными 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, последействием, 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.