



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

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

М.А. Бузина
(Ф.И.О.)

« 28 » января 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Инженерно-строительного отделения

А.Э. Фарафонов
(Ф.И.О.)

« 28 » января 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы механики разрушения

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Промышленное и гражданское строительство

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции – не предусмотрены

практические занятия – 18 час.

лабораторные работы – не предусмотрены.

всего часов аудиторной нагрузки 18 час.

самостоятельная работа 18 час.

курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрены

зачет 3 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 Инженерно-строительного отделения Инженерного департамента, протокол № 4 от «16» декабря 2021 г.

Директор Инженерно-строительного отделения А.Э. Фарафонов

Составитель: ст. преп. М.И. Демидов

Владивосток
2022

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Инженерно-строительного отделения:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор отделения _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Инженерно-строительного отделения:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор отделения _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании Инженерно-строительного отделения:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор отделения _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании Инженерно-строительного отделения:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор отделения _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Содержание РПД «Основы механики разрушения»

I. Цели и задачи освоения дисциплины	4
II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине	4
III. Структура и содержание теоретической части курса.....	5
IV. Структура и содержание практической части курса и самостоятельной работы	5
V. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	7
VI. Контроль достижения целей курса	8
VII. Список учебной литературы и информационно-методическое обеспечение дисциплины ..	8
VIII. Методические указания по освоению дисциплины.....	9
IX. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	10
X. Фонды оценочных средств.....	11

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: ознакомить обучающихся с возможностью применения механики разрушения к решению научных задач в сфере промышленного и гражданского строительства.

Задачи:

- дать классификации основных типов моделей разрушения твердого тела, и методов, применяемых в механике разрушения с целью корректного отображения реальных механических процессов при разрушении материалов;
- познакомить обучающихся с основными положениями экспериментальной механики разрушений;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-8 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере промышленного и гражданского строительства	ПК-8.4 Проведение научных исследований в сфере промышленного и гражданского строительства

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-8.4 Проведение научных исследований в сфере промышленного и гражданского строительства	Знает основополагающие теории и методы механики разрушения основных строительных материалов и изделий
	Умеет выявить научные задачи в сфере промышленного и гражданского строительства, решение которых возможно методами механики разрушения
	Владеет навыком применения линейной механики разрушения к решению научных задач в сфере промышленного и гражданского строительства

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетная единица, что соответствует 36 академическим часам

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел I. Основы механики разрушения	3	-	-	18	-	18	-	Зачет
	Итого:		-	-	18		18		

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия – не предусмотрены

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (18 часов)

Тема 1. Основные понятия механики разрушения (2 часа). Катастрофические разрушения 40-50 годов. Несостоятельность МДТТ 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 часа). 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 часа). 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 часа). 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 (2 часа). 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.

Тема 6. Усталостная долговечность материалов (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 7. Факторы снижение долговечности сооружений (4 часа). 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. Расчёт элементов конструкций на долговечность.

Тема 8. Использование критериев механики разрушения (2 часа). 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.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-18 неделя семестра	Изучение нормативно-технической и учебной литературы по текущему разделу	9 часов	-
2	1-18 неделя семестра	Подготовка к зачету	9 часов	Зачет
Итого:			18 часа	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с теоретическим материалом должна осуществляться на основе лекционного курса дисциплины. Для этого студент должен вести конспект лекций и добавлять к лекционному материалу информацию, полученную из рекомендуемой литературы, приведенной в разделе VII.

Перечень вопросов к зачету помещены в фонд оценочных средств. Готовиться к сдаче зачета необходимо систематически: проработав очередной учебный материал, выполнив и защитив задание.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1.	ПК-8.4 Проведение научных исследований в сфере промышленного и гражданского строительства	<p>Знает основополагающие теории и методы механики разрушения основных строительных материалов и изделий</p> <p>Умеет выявить научных задач в сфере промышленного и гражданского строительства, решение которых возможно методами механики разрушения</p> <p>Владеет навыком применения механики разрушения к решению научных задач в сфере промышленного и гражданского строительства</p>	-	Зачет

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

VII. 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.
2. Механика разрушения: [курс лекций](#) / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов, Санкт-Петербург: Профессия, 2012-551 с.
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.
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.
5. Сорокин, В. Н. Экспериментальная механика: [конспект лекций](#). / Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 116 с.

Дополнительная литература

1. 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.

2. Филиппов А.С. Численные методы в механике деформируемого твердого тела: [учебник](#), М.: 2016.

Нормативно-правовые материалы. ГОСТы*

1. ГОСТ 7268-67 Метод испытания на механическое старение по ударной вязкости.

2. ГОСТ 25.506-85 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении.

3. ГОСТ 29167-91. Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. [Научная электронная библиотека НЭБ](#)
2. [Электронно-библиотечная система издательства «Лань»](#)
3. [ЭБС «Консультант студента»](#)
4. [ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М»](#)
5. [Научная библиотека ДВФУ](#)
6. [ЭБС IPRbooks](#)
7. [Сайт «Мой сопромат».](#)
8. [Деформация и разрушение материалов.](#) Ежемесячный рецензируемый научно-технический журнал.
9. [Динамика, прочность и износостойкость машин.](#) Электронный журнал.
10. [Цифровые датчики семейства ZETSENSOR.](#) Электронные технологии и метрологические системы.
11. [Leuze electronic – sensor people.](#) Разработка, производство и сбыт оптических, индуктивных, емкостных, ультразвуковых датчиков для автоматизации исследований.

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходи-

мо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и [электронные библиотеки](#), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к зачету. К сдаче зачета допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические и самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
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.	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.
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: 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.)	Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны аудитории и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

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.

Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Основы механики разрушения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ. Форма отчётности по дисциплине – зачет (3-й семестр). Зачет по дисциплине включает ответы на 2 вопроса. Зачет проводится в устной форме, с обязательным кратким письменным конспектированием ответов на вопросы.

Методические указания по сдаче зачета

Зачет принимается ведущим преподавателем. Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или директора отделения), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими. При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено». При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к зачету

1. Открытия и разработки ученых 20 века в области механики разрушения.
2. Теоретическая и реальная прочность твердых тел.

3. Феноменологические факторы, определяющие реальную прочность материалов твердых тел.
4. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса)
5. Влияние структуры материала и условий нагружения на его механическое поведение.
6. Напряженное состояние у вершины полубесконечной трещины. Коэффициенты интенсивности напряжений.
7. Методы расчетов коэффициентов интенсивности напряжений в упругих телах при различных условиях нагружения. Примеры.
8. Исследования критериев разрушения на образцах – достоинства и недостатки
9. Механизмы накопления дефектов и разрушения материалов при многоцикловом нагружении.
10. Силовой и энергетический критерии хрупкого разрушения. Эквивалентность этих критериев.
11. Концепция квазихрупкого разрушения. Что описывает поправка Ирвина на пластическую деформацию в кончике трещины?
12. Что представляет собой модель Леонова-Панасюка-Дагдейла? Как учитывается разгрузка трещины в модели Дагдейла?
13. Как распределяется напряжение у вершины плоской трещины в упругопластическом материале?
14. Какие Вы знаете двухпараметрические критерии разрушения?
15. Какими методами определяется предел трещиностойкости материала?
16. Какова асимптотика напряжений у вершины стационарной трещины в нелинейно вязком теле?
17. Факторы, регулирующие переход от вязкого разрушения материалов к хрупкому.
18. Механизмы и особенности роста трещин в поликристаллических материалах.
19. Иерархия и стадийность процессов в механике разрушения материалов.
20. Вероятностные аспекты разрушения, учет изменения свойств материалов в процессе эксплуатации сооружений
21. Скорость нагружения и температура материала как основные факторы формирующие механизмы разрушения.
22. Энергетическая теория разрушения материалов и критерий Гриффитса
23. Основные критерии механики разрушения, экспериментальные методы их определения.
24. Каким показателем характеризуется хрупкость материала?
25. Как определяется работа внешней силы и потенциальная энергия в образце по диаграмме растяжения? В каких случаях эти величины совпадают?

26. Какой вид деформации испытывает материал образца при его испытании на сдвиг?
27. В чем заключается условие прочности элемента конструкции, детали машины с позиций механики разрушения?
28. Что такое испытания на ударную вязкость? Какова размерность значения показателя ударной вязкости.
29. Рост трещин при циклическом нагружении. Эмпирическая формула Пэриса.
30. Что такое удельная энергия трещинообразования?
31. Каким методом можно определить удельную энергию разрушения материала?
32. Потери энергии при передаче воздействующего тела на массив материала. Какими параметрами тела и процесса они обусловлены?
33. Что такое удельная энергия разрушения материала, каков её физический смысл?

Критерии выставления оценки студенту на зачете

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.