

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан строительного факультета
Д.В. Панфилов
2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Механика разрушения и основы долговечности строительных
конструкций»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Теория и проектирование зданий и сооружений

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

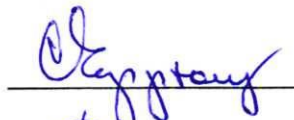
Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

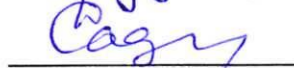
Автор программы

 /Сафронов В.С./

Заведующий кафедрой
Строительной механики

 /Ефремушин С.В./

Руководитель ОПОП

 / Сафронов В.С./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Механика разрушения и основы долговечности строительных конструкций» имеет своей целью ознакомить будущего специалиста основам механики разрушения и приемам их применения в прочностных расчетах несущих конструкций.

1.2. Задачи дисциплины

– научить студента владеть и применять механику разрушения при прочностных расчетах конструкций.

– ознакомиться с особенностями расчётных моделей, применяемых в механике разрушения.

Приобретенные в процессе обучения навыки способствуют формированию инженерного мышления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Механика разрушения и основы долговечности строительных конструкций» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Механика разрушения и основы долговечности строительных конструкций» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Обладание знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования

ПК-3 - Способностью разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать теоретические основы современных методов проектирования и

	мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Механика разрушения и основы долговечности строительных конструкций» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	32	32
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Самостоятельная работа	112	112

Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Цели и задачи механики разрушения.	Основные виды разрушения и их характеристика. Эксперименты А. Гриффитса. Задача А. Гриффитса о трещине в хрупком теле. Энергетический подход.	4	2	18	24
2	Силовой подход к анализу развития трещины.	Три типа деформаций у вершины трещины. Коэффициенты интенсивности напряжений. Критерии локального разрушения материала.	4	2	18	24
3	Механика упругопластического разрушения.	Модель Ирвина. Расчёт и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Метод податливости Ирвина.	2	2	18	22
4	Основы нелинейной механики разрушения.	Модель Леонова-Панасюка. Инвариантные интегралы Черепанова-Райса.	2	2	18	22
5	Вопросы разрушения основных строительных материалов	Механика разрушения металлических конструкций. Усталостное разрушение металлов. Механика коррозионного разрушения. Динамическая механика разрушения. Особенности разрушения	2	4	20	26

		неоднородных материалов. Разрушения бетонов при растяжении и сжатии.				
6	Основы долговечности несущих строительных конструкций	Современные алгоритмы определения остаточной долговечности несущих конструкций зданий и сооружений из различных материалов с дефектами иповреждениями.	2	4	20	26
Итого			16	16	112	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 2 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет прочности и трещиностойкости пластинки с вырезом на основе механики разрушения»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- определение расчетных значений допускаемых нагрузок на плоскую пластинку с вырезом;
- определению расчетных значений допускаемых нагрузок на плоскую пластинку с центральной поперечной трещиной.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать теоретические основы современных методов проектирования и	знание теоретических основ современных методов проектирования и	Выполнение работ в срок, предусмотрен	Невыполнение работ в срок, предусмотрен

	мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования	мониторинга	ый в рабочих программах	ый в рабочих программах
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	умение использовать специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	владение современными методами проектирования и мониторинга	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	знание современных методик проведения научных исследований	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,	умение анализировать результаты научных исследований	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	владение практическими приемами проведения научных исследований	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	результаты готовить задания для исполнителей,			верный ответ во всех задачах		
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Цель и задачи курса механики разрушения. Основные понятия: типы дефектов, зависимости энергии взаимодействия и межатомных сил от атомного расстояния, Предложение А. Гриффитса об энергетическом методе анализа появления и развития трещин.

2. Причины образования трещин в механике разрушения. Эффект Индлера. Факторы влияния на образование и развитие трещин. Понятие о коэффициенте поверхностного натяжения. Размерность.

3. Энергетический метод решения задачи Гриффитса о поперечной трещине в растянутой пластине.

4. Определение потенциальной энергии деформации при центральном растяжении и сжатии стержня и пластины

5. Применение метода податливости к решению задачи Гриффитса о поперечной трещине в растянутой пластине.

6. Силовой метод механики разрушения для изучения трещин. Три типа деформации при описании трещин. Понятие о коэффициенте интенсивности напряжений. Размерность

7. Зависимость между коэффициентом интенсивности напряжений и интенсивностью освобождения энергии.

8. Два типа уравнений плоской задачи теории упругости, используемые в механике разрушения: плоская деформация и плоское напряженное состояние.

9. Использование балочной модели в задаче о расслоении двух одинаковых балок.

10. Применение силового и энергетического методов в задаче И.В. Реймова об отщеплении клином от поверхности тела тонкой полоски.

11. Применение понятия меры поврежденности Ю. Н. Работнова в задаче растяжении упругой полосы с трещиной.

12. Расчетная модель Ирвина для описания упругопластического поведения щин в материале.

13. Расчетная модель Леонова – Панасюка для описания угопластического поведения трещин в материале.

14. Экспериментальное определение коэффициентов интенсивности ряжений на бетонных образцах с надрезом.

15. Влияние размеров образца, длины трещины, ширины и длины надреза, цоцементного отношения и возраста бетона на предельный коэффициент енсивности напряжений.

16. Нормирование параметров механики разрушения для бетона в исимости от расчетных сопротивлений на сжатие R_b и растяжение R_{bt} .

17. Последовательность определения расчетного значения коэффициента енсивности напряжений по методу конечных элементов.

18. Расчет прочности хрупкой пластинки с трещиной на основе ользования коэффициента концентрации напряжений.

19. Расчет трещиностойкости и трещинообразования пластинки с трещиной основе использования коэффициента интенсивности напряжений.

Примечание

В экзамен входят:

1. Теоретические вопросы по выше приведенной программе (три – подробно, остальные в краткой форме при опросе)
2. Курсовая работа по расчету прочности и трещиностойкости бетонной пластины с трещинами различной конфигурации

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит три вопроса из числа включенных в перечень, представленных в разделе 7.2.4 настоящей программы, и контрольную задачу по определению максимальной нагрузки, которая может быть приложена к пластинке с трещиной из заданного материала с известным коэффициентом интенсивности напряжений. Правильное решение задачи оценивается в чеыре балла, правильный ответ на теоретической вопрос оценивается в два балла. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 3 до 6 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 8 до 10 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и теоремы теории вероятности Основные понятия и методы математической статистики:	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Ознакомление с вероятностным вычислительным комплексом STADIA. Обработка экспериментальных данных. Регрессионный анализ.	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Основные понятия теории надёжности строительных конструкций Статистическое описание прочности материалов.	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Статистическое описание постоянных и временных нагрузок на строительные конструкции Надёжность строительных конструкций	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Стохастическая оптимизация строительных конструкций Основные понятия теории случайных функций	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Динамический расчет каркасного здания на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки Динамический расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия	ПК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

8.2 Основная литература:

1. Пестриков В.М., Морозов Е.М. Механика разрушения. Курс лекций; издат. М:Ленанд; 2012г. – 522 с.

8.3 Дополнительная литература:

1.Работнов Ю. Введение в механику разрушения; издат. М:Ленанд; 2009г. -82 с.

2.Морозов Е.М. ANSYS в руках инженера. Механика разрушения; издат. М:Ленанд; 2010г. – 456 с.

8.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем: программные комплексы ЛИРА-САПР-2014 , SCAD-2013, система инженерных расчётов MatLab.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. [http: www.cchgeu.ru](http://www.cchgeu.ru). Учебный портал ВГТУ.
2. <http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyy-katalog/> Электронный каталог Научной Библиотеки ВГТУ.
3. <http://cchgeu.ru/education/cafedras/kafsm/> Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.
4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.
5. <https://картанауки.рф/>;
6. dwg.ru.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА:

Персональный компьютер с процессором не ниже 1,2 ГГц, проектор NEC NP420, принтер лазерный или струйный HP, EPSON. Картриджи для заправки принтера, бумага. Учебная аудитория 1206.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Механика разрушения и основы долговечности строительных конструкций» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета _____. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов;

	- работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.