

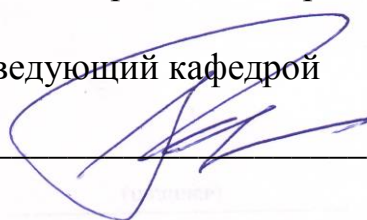
# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук  
Кафедра вычислительной механики и математики

Утверждено на заседании кафедры  
«Вычислительная механика и математика»  
«21» января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ В.В. Глаголев

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **"Основы механики разрушения"**

основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры

по направлению подготовки  
01.04.03 Механика и математическое моделирование

с направленностью (профилем)  
Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010403-01-22

Тула 2022

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**

**Разработчик:**

Лавит И.М., проф., д. ф-м. н., доц.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

## **1. Цель и задачи освоения учебной дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Основы механики разрушения» (далее - ОМР) является подготовка квалифицированных специалистов в области научно-исследовательской деятельности, использующих математические методы и компьютерные технологии для создания и исследования математических моделей механических процессов, в соответствии с требованиями ФГОС ВПО. Курс знакомит магистрантов с основными положениями, теоретическими и экспериментальными методами механики разрушения, современными достижениями анализа прочности материалов и конструкций. Изучаемые методы и рассматриваемые задачи являются необходимым компонентом инновационных технологий проектирования в машиностроении.

**Задачами** освоения дисциплины ОМР являются:

- изучение основных положений и методов механики разрушения;
- освоение методов создания математических моделей процессов разрушения на основе представлений механики деформируемого твердого тела;
- приобретение навыков применения математических методов, в том числе с использованием компьютерных технологий, к исследованиям математических моделей механики разрушения.

## **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается в 3 семестре.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1);
- 2) основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории колебаний (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.1);

### **Уметь:**

- 1) пользоваться технической документацией для проведения и оформления результатов расчетов с использованием программного и аппаратного обеспечения (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2);
- 2) применять методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.2);

### **Владеть:**

- 1) навыками проведения расчетов на прочность и жесткость узлов и отсеков конструкции на стадии эскизного проектирования (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3);
- 2) анализом результатов расчетов и выдачей рекомендаций по доработке конструкций (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

#### 4. Объем и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины, объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины, формы промежуточной аттестации по дисциплине:

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
3	Э	5	180	24	24			2	0,25	129,75
Итого	–	5	180	24	24			2	0,25	129,75

##### 4.2. Содержание лекционных занятий

###### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>3 семестр</b>	
1	Понятие разрушения. Хрупкое и вязкое разрушение. Микромеханизмы образования и роста трещин: коалесценция микропор, скол, межзеренное разрушение. Фрактография.
2	Теории прочности. Поглощение энергии при разрушении. Удлинение при разрыве образца. Ударные испытания образцов с надрезом Шарпи. Механика разрушения.
3	Трещина Гриффитса. Плоская и антиплоская деформация линейно упругого тела с трещиной. Коэффициенты интенсивности напряжений. Изменение потенциальной энергии при росте трещины. Обзор методов решения задач линейной механики разрушения.
4	Трещина в упругой плоскости. Формулировка условий на разрезе. Решение задачи методами теории функций комплексного переменного. Частные случаи.
5	Пластическое деформирование окрестности вершины трещины. Антиплоская деформация. Плоское напряженное состояние. Модель Дагдейла. Плоская деформация. Асимптотика Хатчинсона-Райса-Розенгрена.
6	Модели трещины с силами сцепления. Теоретическая прочность. Поверхностная энергия.
7	Трещина Леонова-Панасюка. Трещина Баренблатта. Другие модели.
8	Энергетический баланс окрестности вершины трещины. Вывод энергетических соотношений. Формулировка критерия хрупкого разрушения. Условия квазихрупкого разрушения.
9	Вязкость разрушения. Рост трещины в упругопластической среде. J-интеграл.
10	Экспериментальные методы механики разрушения. Определение вязкости разрушения. Определение критического значения J-интеграла.

#### 4.3. Содержание практических занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических занятий
<b>3 семестр</b>	
1	Влияние характера приложения нагрузки, физических и химических характеристик окружающей среды на процесс разрушения. Хрупкое и вязкое разрушение. Микромеханизмы образования и роста трещин: коалесценция микропор, скол, межзеренное разрушение.
2	Теории прочности. Поглощение энергии при разрушении. Удлинение при разрыве образца. Ударные испытания образцов с надрезом Шарпи. Механика разрушения.
3	Трещина Гриффитса. Плоская и антиплоская деформация линейно упругого тела с трещиной. Коэффициенты интенсивности напряжений.
4	Изменение потенциальной энергии при росте трещины. Обзор методов решения задач линейной механики разрушения.
5	Формулировка условий на разрезе. Решение задачи методами теории функций комплексного переменного.
6	Пластическое деформирование окрестности вершины трещины. Антиплоская деформация. Плоское напряженное состояние. Модель Дагдейла.
7	Пластическое деформирование окрестности вершины трещины. Плоская деформация. Асимптотика Хатчинсона-Райса-Розенгрена.
8	Теоретическая прочность. Поверхностная энергия. Трещина Леонова-Панасюка.
9	Трещина Баренблатта.
10	Условия квазихрупкого разрушения. Вязкость разрушения. Рост трещины в упругопластической среде. J-интеграл. Определение вязкости разрушения. Определение критического значения J-интеграла.

#### 4.4. Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.5. Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6. Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>3 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5. Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

##### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<b>3 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекций и практических занятий	6
		Работа на лекциях и практических занятиях	24
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекций и практических занятий	6
		Работа на лекциях и практических занятиях	24
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

#### 6. Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине требуется аудитория, оборудованная доской.

#### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

##### 7.1. Основная литература

1. Астафьев В.И., Радаев Ю.Н., Степанова Л.В. Нелинейная механика разрушения. Самара: Изд-во Самарского университета, 2014. – 562 с.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды : Учебник: В 2 т. Т.2 / Л.И.Седов; МГУ им.М.В. Ломоносова. — 9-е изд.,стер. — СПб.: Лань, 2015. — 560с.
3. Пестриков В.М., Морозов Е.М. Механика разрушения на базе компьютерных технологий. СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 464 с.

##### 7.2. Дополнительная литература

1. Левин В.А., Морозов Е.М., Матвиенко Ю.Г. Избранные задачи механики разрушения. М.: Физматлит, 2014. – 408 с.

2. Панасюк В.В. Механика квазихрупкого разрушения. – М. : Физматлит, 2013 .— 272 с.
3. Сиратори М., Миеси Т., Мацусита Х. Вычислительная механика разрушения. – М.: Физматлит, 2016. – 334 с.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Успехи математических наук/ Российская академия наук. - М.: Наука, 1995-ISSN 0042-1316
2. Научная библиотека Тульского государственного университета : <http://library.tsu.tula.ru>
3. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана.
4. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана.
5. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.
6. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/> ,свободный.- Загл. с экрана.
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://window.edu.ru.](http://window.edu.ru/) ,свободный.- Загл. с экрана.
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://exponenta.ru.](http://exponenta.ru/) ,свободный.- Загл. с экрана.

#### **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

**9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**  
Программное обеспечение не требуется

#### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются