

**Приложение 5**  
**УТВЕРЖДЕНО**  
**приказом ФИЦ КазНЦ РАН**  
**22.04.2019 № 17-А**

Разработано и рекомендовано к утверждению  
Ученым советом ИЭПТ ФИЦ КазНЦ РАН  
12 апреля 2019 г., протокол № 3

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Механика разрушения»**

Уровень высшего образования  
Подготовка кадров высшей квалификации  
Направление подготовки

#### **01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА**

Направленность подготовки:

Механика деформируемого твердого тела (01.02.04)

Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Учебно-тематический план занятий
6. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации, критерии оценки.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

## **1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ**

Виды учебной деятельности: аудиторские занятия – 0,5 зачетных единиц труда (18 часов), самостоятельная работа – 2 зачетные единицы труда (72 часа), всего – 2,5 зачетных единиц труда (90 часов).

Форма проведения аудиторских занятий – лекции, семинары, консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой итогового контроля является зачет.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

### **2.1 Универсальные компетенции:**

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2).

### **2.2 Обще-профессиональные компетенции:**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

### **2.3 Профессиональные компетенции:**

- способность собирать и анализировать мировые научные знания о фундаментальных основах современной механики деформируемого твердого тела и формулировать направления самостоятельных исследований (ПК-1);
- владение основами современных методов экспериментальной механики деформируемого твердого тела (ПК-2).

## **3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Механика разрушений» является дисциплиной по выбору и включена в Блок № 1 программы аспирантуры, относящийся к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по

направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика. Обучение проводится на втором курсе. Дисциплина направлена на подготовку к кандидатскому экзамену по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела».

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов материаловедения, сопротивления материалов, механики деформируемого твердого тела в рамках магистерской программы образования или специалитета. Владением данными знаниями и умениями устанавливается в ходе вступительных испытаний в аспирантуру.

Аспирант должен обладать навыками самостоятельного освоения изучаемого материала.

В результате освоения дисциплины аспирант должен получить дополнительные знания, умения и навыки. Аспирант должен:

**Знать:**

- место и роль механики разрушения в общей системе знаний о прочности;
- ограничения и области её применимости при решении широкого класса фундаментальных и прикладных задач.

**Уметь:**

- организовать эффективную научно-исследовательскую деятельность по решению научных и технических проблем механики разрушения с целью обеспечения надёжной, безопасной и эффективной эксплуатации современных технических объектов.

**Владеть:**

- навыками в области исследований, направленных на разработку методов определения работоспособности, надёжности и долговечности современных конструкционных материалов.

#### 4. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование разделов и тем	лекции	сам. работа	Всего часов
<b>1</b>	<b>Механика упругого разрушения</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>30</b>
1.1	Механика разрушения и её специфика. Энергетический критерий разрушения Гриффитса.	2	8	10
1.2	Решение задач о трещинах. Напряжённое состояние тела с трещиной. Коэффициент интенсивности напряжений (КИН) и методы его расчёта.	2	8	10
1.3	Критерии разрушения твёрдых тел	2	8	10
<b>2</b>	<b>Механика упругопластического разрушения</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>30</b>
2.1	Пластическая зона у вершины трещины.	2	8	10

	Деформационный критерий. Вариационные методы в механике разрушения упругопластических тел.			
2.2.	Рост трещины при ползучести с учётом пластической зоны.	2	8	10
2.3	Усталостное разрушение тел с трещинами. Однопараметрические критерии разрушения.	2	8	10
<b>3</b>	<b>Механика разрушения неметаллических тел</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>30</b>
3.1	Особенности деформирования и разрушения линейных вязкоупругих материалов. Методы решения задач вязкоупругости. Некоторые аспекты разрушения вязкоупругого тела с трещиной.	2	8	10
3.2	Моделирование развития трещины в вязкоупругом теле.	2	8	10
3.3	Некоторые аспекты разрушения композиционных тел с трещиной. Разрушение стекла.	2	8	10

## 5. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

**5.1. Текущий контроль:** текущий контроль освоения дисциплины проводится регулярно, начиная со второй недели обучения, в форме контроля посещаемости, устного опроса по изучаемой теме. Формой итогового контроля по дисциплине является зачет. Зачет проводится по вопросам.

### **Вопросы к зачету:**

1. Линейная механика разрушения. Область применения линейной теории. Три независимых типа трещин.
2. Трещина в конструкции. Напряжения при вершине трещины.
3. Энергетический J-интеграл.
4. Механизмы вязкого и хрупкого разрушений.
5. Упругие поля напряжений при вершине трещины. Функция напряжений Эри.
5. Поля и концентрация напряжений и деформаций в окрестности кончика трещины.
6. Коэффициенты интенсивности напряжений.
7. Пластическая зона при вершине трещины. Поправка Ирвина на пластичность.
8. Концепция квазихрупкого разрушения Гриффитса, Ирвина, Орована.

9. Устойчивое и неустойчивое развитие трещин. Критический коэффициент интенсивности.

10. Основы нелинейной механики разрушения. Пластическая зона в вершине трещины. Модель Леонова—Панисюка—Дагдейла.

11. Форма зоны пластичности. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.

12. Экспериментальные методы определения характеристик трещиностойкости.

13. Вязкость разрушения при плоской деформации.

14. Критерий критического раскрытия трещины.

15. Применение теории разрушения к задачам усталостного разрушения.

16. Рост трещины и коэффициент интенсивности напряжений.

17. Определение коэффициентов интенсивности напряжений. Аналитические, численные и экспериментальные методы.

## 5.2. Критерии оценки итогового контроля:

«зачтено»	Вопрос раскрыт, основные идеи, алгоритмы и подходы изложены
«не зачтено»	Вопрос не раскрыт или раскрыт частично, основные идеи, алгоритмы и подходы не изложены

**При отсутствии оценки «зачтено» обучающийся не допускается к промежуточной аттестации**

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Литература (жирным шрифтом выделена основная литература)

1. Пестриков В. М., Морозов Е.М. Механика разрушения. Курс лекций. СПб.:ЦОП «Профессия». 2012.
2. Мак-Ивили А.Дж. Анализ аварийных разрушений. М.: Техносфера. 2010.
3. Партон В.З. Механика разрушения. От теории к практике. Изд. 2-е М.: Издательство ЛКИ. 2007.
4. Матвиенко Ю.Г. Модели и критерии механики разрушения. М.: Физматлит, 2006.
5. Партон В.З, Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. Основы механики разрушения. Изд. 3-е М.: Издательство ЛКИ. 2007.
6. Кравчук А.С., Майборода В.П., Уржумцев Ю.С. Механика полимерных и композиционных материалов. М.:Изд-во МГУ,1985.
7. Кристенсен Р. Введение в теорию вязкоупругости. М.: Мир. 1974.
8. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация. М.: Высшая школа. 1976.
9. Нарисава И. Прочность полимерных материалов. М.:Химия. 1987
10. Фудзии Т., Дзако М. Механика разрушения композиционных материалов. М.: Мир. 1982

11. Пестриков В. М., Морозов Е.М. **Механика разрушения на базе компьютерных технологий. Практикум.** СПб.:БХВ-Петербург. 2007.
12. ГОСТ 25.506-85. **Методы механических испытаний металлов. Определения характеристик трещиностойкости при статическом нагружении.** М.: Изд-во стандартов. 1985.
13. Броек В. Основы механики разрушения. М.: Высшая школа. 1980.
14. Нотт Дж.Ф. Основы механики разрушения. М.: Металлургия. 1978.
15. Трусделл К. Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред. М.: Мир, 1975. 592 с.
16. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. М.: Металлургия. 1983.
17. Фридман Я.Б. Механические свойства материалов. В 2-х томах. М.: Машиностроение. 1974.
18. Керштейн И.М., Ключников В.Д., Ломакин Е.В., Шестериков С.А. Основы экспериментальной механики разрушения. М.: Изд-во Московского университета, 1989.
19. Пестриков В.М., Морозов Е.М. Механика разрушения твердых тел. Санкт-Петербург. Изд-во «Профессия», 2002. 320 с.

## **6.2. Электронные ресурсы**

1. Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.scopus.com> (Реферативно-поисковая база данных Scopus)
2. Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru>
3. Электронная платформа издательства SPRINGER - <http://www.springerlink.com>

## **7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные занятия и консультации, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче кандидатских экзаменов проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки и/или конференц-залы), оборудованных мебелью (столы, стулья), классной доской (меловой), компьютером, проектором для демонстрации презентаций