

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Прикладная механика Б3.Б.8

Направление подготовки: 222900.62 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Кузнецов С.А.

**Рецензент(ы):**

Выборнов В.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (с.н.с.) Кузнецов С.А. Кафедра теоретической механики отделение механики, Sergea.Kuznetsov@kpfu.ru

### **1. Цели освоения дисциплины**

Владеть основными методами механики разрушения, включающими теорию хрупкого и квазихрупкого разрушения, нелинейную механику разрушения, динамические и температурные задачи механики разрушения, длительную прочность конструкционных материалов, малоцикловую усталость, коррозионное разрушение.

### **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.8 Профессиональный" основной образовательной программы 222900.62 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в раздел Б.3. Профессиональный цикл. Базовая часть.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися в средней общеобразовательной школе, а также в процессе введения в профильную подготовку по механике. Эта дисциплина является единственной в профиле, которая дает возможность изучить прикладные аспекты механики, граничащие с физикой твердого тела и наномеханикой.

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия механики твердого деформируемого тела, основы расчетов на статическую и динамическую прочность и жесткость элементов конструкций, кинематический и кинетостатический анализ подвижных элементов конструкций;

2. должен уметь:

осуществлять переход от реальных конструкций к расчетным схемам и соответствующим им математическим моделям с целью анализа и синтеза подвижных и неподвижных элементов конструкций;

3. должен владеть:

методами расчета деформированного состояния механических конструкций.

### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. РАЗДЕЛ 1 Введение. Что такое прочность и разрушение. Примеры катастрофических разрушений. Прочность и сопротивление разрушению ? от интуитивных представлений к научным. Концентраторы напряжений. Эксперименты на идеальных? материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин.	5	1-2	0	0	0	
2.	Тема 2. РАЗДЕЛ 2 Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение. Ползучесть. Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Виды трещин. Идеи Гриффитса. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса ? Орована ? Ирвина. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы.	5	3-4	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. РАЗДЕЛ 3 Нелинейная механика разрушения. δk-модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса. Примеры инженерного расчета задач механики разрушения. Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоцикловой усталости.	5	5-6	0	0	0	
4.	Тема 4. РАЗДЕЛ 4 Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность.	5	7-8	0	0	0	
5.	Тема 5. РАЗДЕЛ 5 Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова ? Панасюка.	5	9-10	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. РАЗДЕЛ 6 Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.	5	11-12	0	0	0	
7.	Тема 7. РАЗДЕЛ 7 Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной.	5	13-14	0	0	0	
8.	Тема 8. РАЗДЕЛ 8 Как остановить трещину. Конструктивные ?ловушки?. Ремонтные заплаты. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред.	9	15-17	0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. РАЗДЕЛ 1 Введение. Что такое прочность и разрушение. Примеры катастрофических разрушений. Прочность и сопротивление разрушению ? от интуитивных представлений к научным. Концентраторы напряжений. Эксперименты на ?идеальных? материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин.**

**Тема 2. РАЗДЕЛ 2 Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение. Ползучесть. Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Виды трещин. Идеи Гриффитса. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса ? Орована ? Ирвина. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы.**

**Тема 3. РАЗДЕЛ 3 Нелинейная механика разрушения.  $\delta k$ -модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса. Примеры инженерного расчета задач механики разрушения. Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоциклового усталости.**

**Тема 4. РАЗДЕЛ 4 Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность.**

**Тема 5. РАЗДЕЛ 5 Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова ? Панасюка.**

**Тема 6. РАЗДЕЛ 6 Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.**

**Тема 7. РАЗДЕЛ 7 Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной.**

**Тема 8. РАЗДЕЛ 8 Как остановить трещину. Конструктивные ?ловушки?. Ремонтные заплатки. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред.**

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

лекционные занятия, практические аудиторные занятия, самостоятельная работа студентов. При проведении занятий используются активные и интерактивные формы обучения (ролевые игры, проектные методики, подготовка докладов, презентаций) в сочетании с внеаудиторной (самостоятельной) работой

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Тема 1. РАЗДЕЛ 1 Введение. Что такое прочность и разрушение. Примеры катастрофических разрушений. Прочность и сопротивление разрушению ? от интуитивных представлений к научным. Концентраторы напряжений. Эксперименты на ?идеальных? материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин.**

**Тема 2. РАЗДЕЛ 2 Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение. Ползучесть. Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Виды трещин. Идеи Гриффитса. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса ? Орована ? Ирвина. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы.**

**Тема 3. РАЗДЕЛ 3 Нелинейная механика разрушения.  $\delta k$ -модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса. Примеры инженерного расчета задач механики разрушения. Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоциклового усталости.**

**Тема 4. РАЗДЕЛ 4 Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность.**

**Тема 5. РАЗДЕЛ 5 Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова ? Панасюка.**

**Тема 6. РАЗДЕЛ 6 Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.**

**Тема 7. РАЗДЕЛ 7 Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной.**

**Тема 8. РАЗДЕЛ 8 Как остановить трещину. Конструктивные ?ловушки?. Ремонтные заплаты. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред.**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Оценочные средства составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка средств. Количество вариантов зависит от числа обучающихся

### **7.1. Основная литература:**

1. Броек Д. Основы механики разрушения. - М.: Высшая школа, 1980. - 368 с.
2. Партон В.З. Механика разрушения: От теории к практике. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. - 240 с.
3. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. - М.: Наука, 1974. - 640 с.

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. - М.: Наука, 1985. - 504 с.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

Освоение дисциплины "Прикладная механика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 222900.62 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено .



Автор(ы):

Кузнецов С.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Выборнов В.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.