

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА В ЗАДАЧАХ РАЗРУШЕНИЯ

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии в виброакустике и прочности
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	39	13	0	26	69	0	0	69	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**15.03.03 Прикладная механика**

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ \_\_\_\_\_  
Упоров Павел Анатольевич, преподаватель

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ \_\_\_\_\_  
Назарова Елизавета Дмитриевна, преподаватель

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., к.т.н. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА В ЗАДАЧАХ РАЗРУШЕНИЯ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-7.2 — Способен обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды

ПК-7.5 — Способен проводить расчетные работы для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-7.2**

*знания:*

Знание современных стандартов проведения испытаний на трещиностойкость;

*умения:*

Умения рассчитывать коэффициенты интенсивности напряжений;

### **ПК-7.5**

*знания:*

Знание причин нарушения целостности конструкций и потери работоспособности;

*умения:*

Умение определять характеристики трещиностойкости;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА В ЗАДАЧАХ РАЗРУШЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА И ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПРОЧНОСТИ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-11 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
- ПК-7.1 — Способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций
- ПК-7.2 — Способен обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды
- ПК-7.3 — Способен выполнять прочностные, виброакустические расчеты машин и конструкций с применением CAD/CAE технологий
- ПК-7.4 — Способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагрузках

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-7.2	ПК-7.5
4	8	Раздел 1. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Основные причины нарушения целостности конструкций и потери работоспособности. Типы независимых трещин-разрезов. Трещина нормального отрыва. Первая модель разрушения тела с трещиной. Критерий Гриффитса. Интенсивность освобождения упругой энергии. Кинетическая диаграмма усталостного роста трещины. Усталостная долговечность. Модель Париса. Пластические зоны в вершине трещины.	35	12	4	8	23	30	30
4	8	Раздел 2. Механика трещин в упругих телах. Напряженное состояние в окрестности вершины трещины. Коэффициенты интенсивности напряжений. Методы расчёта коэффициентов интенсивности напряжений – аналитические: Вестергарда и др.; метод конечных элементов: прямой метод, энергетический метод, метод суперпозиции, использование специальный элементов. Метод разложения Лорана, метод коллокаций, метод объёмных сил. Аппроксимация диаграммы деформирования материала. Критерий разрушения. Энергетический инвариантный интеграл. Энергетический критерий разрушения.	38	15	5	10	23	40	40
4	8	Раздел 3. Методы экспериментальной механики разрушения. Определение характеристик трещиностойкости при статическом нагружении. Современные стандарты проведения испытаний. Типы образцов для проведения испытаний на статическую трещиностойкость. Освоение испытательных систем, контролирующих датчиков и программного обеспечения для проведения испытаний. Методика проведения испытаний и анализ полученных данных. Вычисления параметров трещиностойкости.	35	12	4	8	23	30	30
Всего за 8 семестр			108	39	13	26	69	100	100
Всего по дисциплине			108	39	13	26	69	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Теоретическая и реальная прочность твердых тел.	Модели разрушения тела с трещиной	8
2	Раздел 2. Механика трещин в упругих телах.	Расчёт коэффициентов интенсивности напряжений	10
3	Раздел 3. Методы экспериментальной механики разрушения.	Методы экспериментальной механики разрушения	8
<b>Всего за 8 семестр</b>			26

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Теоретическая и реальная прочность твердых тел.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	23
2	Раздел 2. Механика трещин в упругих телах.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	23
3	Раздел 3. Методы экспериментальной механики разрушения.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	23
<b>Всего за 8 семестр</b>			69

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8		ИПЗ				ДР	ИПЗ			ДР	ИПЗ		диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Г. Б. Крыжевич. . Механика разрушения металлических конструкций. СПб.: Изд-во КГНЦ, 2021, эл. рес.
2. Е. А. Николаева. . Основы механики разрушения. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010, эл. рес.
3. И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Прочность ракетных конструкций. Омск: ОмГТУ, 2019, эл. рес.
4. Ю. А. Душин. . Прочность и разрушение. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

не требуется.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА В ЗАДАЧАХ РАЗРУШЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова* кафедрой *Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-7.2 Способен обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды;

ПК-7.5 Способен проводить расчетные работы для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с задачами разрушения в материалах и конструкциях. Рассматриваются модели разрушения тел с трещинами, способы определения роста трещин, критерии интенсивности напряжений.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**13 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**69 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 69 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Теоретическая и реальная прочность твердых тел.</b>		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	Ю. А. Душин. . Прочность и разрушение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-5) Г. Б. Крыжевич. . Механика разрушения металлических конструкций: СПб.: Изд-во КГНЦ, 2021 (1)	23
Итого по разделу 1		23
<b>Раздел 2. Механика трещин в упругих телах.</b>		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	. Механика разрушения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1)	23
Итого по разделу 2		23
<b>Раздел 3. Методы экспериментальной механики разрушения.</b>		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Прочность ракетных конструкций: Омск: ОмГТУ, 2019 (1) Е. А. Николаева. . Основы механики разрушения: Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010 (1)	23
Итого по разделу 3		23

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- индивидуальное практическое задание;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Индивидуальное практическое задание

По каждому разделу обучающийся выполняет задание в программном обеспечении, реализующем технологии CAD/CAE. Темы заданий:

- 1) Модели разрушения тела с трещиной
- 2) Расчёт коэффициентов интенсивности напряжений
- 3) Методы экспериментальной механики разрушения

Процедуры защиты не требуется.

Варианты индивидуальных практических заданий находятся в УМК дисциплины

#### Дифференцированный зачет

По результатам тестирования проставляется дифференцированный зачет. Итоговое тестирование состоит из 10 вопросов. Вопросы для дифференцированного зачёта находятся в УМК дисциплины. Тестирование имеет следующие градации:

- правильные ответы на менее 6 вопросов теста – выставляется оценка «неудовлетворительно»;
- правильные ответы на 6 или 7 вопросов теста – выставляется оценка «удовлетворительно»;
- правильные ответы на 8 или 9 вопросов теста – выставляется оценка «хорошо»;
- правильные ответы на 10 вопросов теста и более выставляется оценка «отлично».

Оценки "хорошо" и "отлично" выставляются после прохождения контрольных мероприятий

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-7.2	ПК-7.5	
4	8	Раздел 1. Теоретическая и реальная прочность твердых тел.	35	12	4	8	23	30	30	Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 2. Механика трещин в упругих телах.	38	15	5	10	23	40	40	Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 3. Методы экспериментальной механики разрушения.	35	12	4	8	23	30	30	Индивидуальное практическое задание
Всего за 8 семестр			108	39	13	26	69	100	100	
Всего по дисциплине			108	39	13	26	69	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА В ЗАДАЧАХ РАЗРУШЕНИЯ

**ПК-7.2 - Способен обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды**

- № 1 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между типом разрушения и его особенностями
- 1) Хрупкое разрушение
  - 2) Вязкое разрушение
  - 3) Усталостное разрушение
  - 4) Коррозионное растрескивание
- А) Разрушение после значительной пластической деформации, трещина распространяется стабильно  
Б) Быстрое распространение трещины без заметной пластической деформации  
В) Иницируется при циклическом нагружении, характерны «раковины» на поверхности излома  
Г) Разрушение под действием агрессивной среды при статической нагрузке
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Энергетическая формулировка критерия разрушения связана с
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Укажите виды разрушения материалов
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите тип трещины и КИН
- 1) KI
  - 2) KII
  - 3) KIII
- А) Отрыв  
Б) Продольный сдвиг  
В) Поперечный сдвиг
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Теоретическая прочность материала \_\_\_\_\_ его реальной прочности
- 1) в 10-100 раз больше
  - 2) в 1000-10000 раз больше
  - 3) в 10-100 раз меньше
  - 4) в 1000-10000 раз меньше
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Механика разрушения исследует
- 1) рост трещины
  - 2) напряженно-деформируемое состояние
  - 3) расширение трещины
  - 4) пластичность
  - 5) способность к локализации трещины в изделии
  - 6) температурную зависимость механических характеристик
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
К хрупким материалам относятся
- 1) Чугун
  - 2) Низкоуглеродистая сталь
  - 3) Алюминий
  - 4) Камень
  - 5) Высокоуглеродистая сталь
  - 6) Кирпич
  - 7) Резина

- 8) Дерево  
9) Стекло
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
К пластичным материалам относятся  
1) Чугун  
2) Низкоуглеродистая сталь  
3) Алюминий  
4) Камень  
5) Высокоуглеродистая сталь  
6) Кирпич  
7) Резина  
8) Дерево  
9) Стекло
- № 9 Прочитайте текст и установите последовательность  
Экспериментальное определение  $K_{Ic}$   
1. Проверка условий валидности ( $K_Q = K_{Ic}$ ).  
2. Введение усталостной трещины в образец.  
3. Измерение длины трещины после разрушения  
4. Нагружение образца до разрушения.  
5. Расчет условного  $K_Q$ .
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Исследования по механике разрушения твёрдых тел берут своё начало с работы английского учёного  
1) А. Ф. Иоффе  
2) А. И. Лурье  
3) А. А. Гриффитса  
4) С. Н. Жукова
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Критическая длина трещины - это такая длина, при превышении которой происходит  
1) Устойчивый рост трещины  
2) Неустойчивый рост трещины  
3) Схлопывание трещины  
4) Остановка роста трещины
- № 12 Прочитайте текст и установите последовательность  
Последовательность роста трещины при циклическом нагружении  
1. Возникновение микротрещины.  
2. Стабильный рост трещины.  
3. Нестабильный рост.  
4. Достижение критического размера трещины.

**ПК-7.5 - Способен проводить расчетные работы для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие утверждения справедливы для  $J$ -интеграла в механике разрушения?  
1) Является энергетическим параметром, характеризующим напряженно-деформированное состояние у вершины трещины.  
2) Применим только для линейно-упругих материалов.  
3) Может быть использован для описания роста трещины в упругопластических материалах.  
4) Всегда требует численного моделирования для расчета.
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

- Напишите определение для коэффициента интенсивности напряжений  $K_I$
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Напишите определение для коэффициента интенсивности напряжений  $K_{II}$
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Под пределом \_\_\_\_\_ понимается то напряжение, при котором происходит рост деформаций без заметного увеличения нагрузки
- 1) упругости
  - 2) прочности
  - 3) пропорциональности
  - 4) текучести
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Под пределом \_\_\_\_\_ понимается такое наибольшее напряжение, до которого материал не получает остаточных деформаций
- 1) упругости
  - 2) прочности
  - 3) пропорциональности
  - 4) текучести
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие факторы влияют на критический коэффициент интенсивности напряжений  $K_{Ic}$
- 1) Температура испытания.
  - 2) Скорость приложения нагрузки.
  - 3) Толщина образца.
  - 4) Химический состав материала.
  - 5 Размер зерна микроструктуры.
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В каких условиях линейная механика разрушения теряет применимость?
- 1) При малой длине трещины по сравнению с характерным размером образца.
  - 2) При значительной пластической деформации в зоне вершины трещины.
  - 3) Для материалов с высокой вязкостью разрушения (например, стали с ферритной структурой).
  - 4) В условиях усталостного нагружения.
  - 5) При высоких температурах, близких к точке плавления.
- № 8 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между параметрами и их определениями
- 1)  $K_I$
  - 2)  $K_{Ic}$
  - 3) К-интеграл
  - 4) Зона пластичности
- А) Энергетический параметр, описывающий распределение напряжений у вершины трещины для упругопластических материалов  
Б) Критическое значение коэффициента интенсивности напряжений при плоской деформации  
В) Коэффициент интенсивности напряжений при открытии трещины  
Г) Область у вершины трещины, где напряжения превышают предел текучести материала
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между типом диаграммы разрушения и её ключевой характеристикой или назначением:



- 1) R-кривая (Кривая сопротивления)
- 2) Диаграмма оценки разрушения (FAD)

- А) Оценивает опасность дефекта с учетом пластичности материала
- Б) Характеризует рост сопротивления материала распространению трещины по мере её удлинения.
- В) Определяет исключительно критический коэффициент интенсивности напряжений для хрупких материалов.
- Г) Используется только при усталостном разрушении для предсказания числа циклов до разрушения

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Отношение максимальной силы, которую способен выдержать образец, к его начальной площади поперечного сечения носит название предела

- 1) упругости
- 2) прочности
- 3) пропорциональности
- 4) текучести

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Применение J-интеграла

1. Экспериментальное построение J-R кривой.
2. Расчет J-интеграла для конфигурации образца.
3. Определение  $J_c$  (критическое значение).
4. Оценка устойчивости трещины.

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Развитие пластической зоны у вершины трещины

1. Начало неустойчивого роста трещины.
2. Пластическая деформация охватывает весь образец.
3. Упругое состояние.
4. Формирование зоны пластичности по Ирвину.