

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Основы физики прочности и механика разрушения**

: 15.03.03

: 4, : 8

		<b>8</b>
<b>1</b>	( )	2
<b>2</b>		72
<b>3</b>	, .	45
<b>4</b>	, .	26
<b>5</b>	, .	12
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	0
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	5
<b>10</b>	, .	27
<b>11</b>	( , , )	
<b>12</b>		

( ): 15.03.03

220 12.03.2015 ., : 16.04.2015 .

: 1,

( ): 15.03.03

, 5/1 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

, . . . . . . . . .

:

, . . . . . . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.2</b> способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
4.	,
<b>Компетенция ФГОС: ПК.1</b> способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
1.	
11.	-
2.	,
<b>Компетенция ФГОС: ПК.3</b> готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
2.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.8</b> готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
1.	
3.	,

# 2.

2.1

	(	
	,	
	,	
	)	

<b>.1. 1</b>		
1.Знать основные разделы современной науки о прочности	;	;
<b>.1. 11</b> -		
2.Знать физико-механические характеристики материалов и методы их определения	;	;
<b>.1. 2</b> ,		
3.Знать круг задач, решаемой современной наукой о прочности	;	;
<b>.2. 4</b> ,		
4.знать основные законы физики, являющиеся базовыми для решения задач профессиональной деятельности	;	;
<b>.3. 2</b>		
5.Знать влияние основных факторов на конструкционную прочность	;	;
<b>.8. 1</b>		

6.Знать основные виды прочностных испытаний авиаконструкций	;	;
<b>.8. 3</b>		,
7.у8. уметь проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций	;	;

3.

3.1

	,	.	
<b>: 8</b>			
:	.	.	.
1.	0	2	1, 2
2.	0	2	2, 3
:	.	.	.
3.	0	2	1, 5
4.	0	4	3, 5
:	.	.	.
5.	0	4	1, 2, 3, 6
6.	0	2	5, 6
7.	0	4	3, 5
:	.	.	.
8.	0	2	2, 5
9.	0	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7



... 1: ... , 1994. - 181 ...  
 : [ ... ] / ... , 2015. - 422, [1] ...  
 .. - : [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000227454](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000227454)

**5.**

( ... 5.1).

5.1

	-
	e-mail;
	e-mail;
	e-mail;
	;

**6.**

( ... ),

- 15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

<b>: 8</b>	
<i>РГЗ:</i>	80
<i>Зачет:</i>	20
" ... , 1994. - 181 ... " ... 1: ... / ...	

6.2

6.2

<b>.2</b>	4.		+
<b>.1</b>	1.		+
	11.		+
	2.		+
<b>.3</b>	2.		+
<b>.8</b>	1.	+	+

	3.			+	+
--	----	--	--	---	---

1

## 7.

1. Пестриков В. М. Механика разрушения на базе компьютерных технологий : практикум / Виктор Пестриков, Евгений Морозов. - СПб., 2007. - 452 с. : ил.
2. Огородников В.А. Основы физики прочности и механики разрушения [Электронный ресурс] : учебное издание / В.А. Огородников, В.А. Пушков, О.А. Тюпанова. — Электрон. текстовые данные. — Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2007. — 339 с. — 978-5-9515-0093-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18443.html>
3. Прикладная механика сплошных сред. В 3 т. Т. 2. Механика разрушения деформируемого тела : [учебник для вузов] / науч. ред. В. В. Селиванов. - М., 2006. - 419 с. : ил.

1. Хеллан К. Введение в механику разрушения / К. Хеллан ; пер. с англ. А. С. Кравчука ; под ред. Е. М. Морозова. - М., 1988. - 364 с. : ил.
2. Максименко В. Н. Основы прикладной механики разрушения. Ч. 1 : учебное пособие для техн. вузов / В. Н. Максименко ; Новосибирский гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1994. - 181 с. : ил.
3. Пестриков В. М. Механика разрушения твёрдых тел : курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - СПб., 2002. - 300 с. : ил. - В приложениях приведены оригиналы классических работ по механике разрушения.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

## 8.

### 8.1

1. Максименко В. Н. Методы расчета на прочность и жесткость элементов конструкций из композитов : [учебник] / В. Н. Максименко, И. П. Олегин, Н. В. Пустовой. - Новосибирск, 2015. - 422, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000227454](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000227454)

### 8.2

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

9. -

1	( - ) , ,	

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

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФЛА  
д.т.н., профессор С.Д. Саленко  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Основы физики прочности и механика разрушения**

Образовательная программа: 15.03.03 Прикладная механика, профиль: Динамика и прочность

### 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Основы физики прочности и механика разрушения приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	34. знать основные законы физики, являющиеся базовыми для решения задач профессиональной деятельности	Докритический рост трещины. Распространение усталостной трещины. Прогнозирование ресурса и периодичности осмотра		Зачет, вопросы 1-15
ПК.1/НИ способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	31. знать основные разделы современной науки о прочности	Дефекты кристаллического строения: точечные дефекты, дислокации, поверхностные дефекты. Механизмы пластического деформирования. Ползучесть. Докритический рост трещины. Распространение усталостной трещины. Прогнозирование ресурса и периодичности осмотра Напряженное состояние тела с трещиной. Напряженное состояние в окрестности конца разреза. Коэффициент интенсивности напряжений. Методы расчета коэффициентов интенсивности напряжений Силовые критерии разрушения. Подход Д. Ирвина и его обобщения. Вязкость разрушения. Устойчивые и неустойчивые состояние тел с трещинами. Деформационный подход к оценке трещиностойкости Хрупкое разрушение и факторы, способствующие его возникновению. Теория Гриффитса хрупкого разрушения тел и ее модификации		Зачет, вопросы 1-15
ПК.1/НИ	32. знать круг задач, решаемой современной наукой о прочности	Виды механического разрушения. Предмет и задачи механики разрушения. Развитие повреждений. Методология анализа по допустимым повреждениям Докритический рост трещины. Распространение усталостной трещины. Прогнозирование		Зачет, вопросы 1-15

		<p>ресурса и периодичности осмотра Напряженное состояние тела с трещиной. Напряженное состояние в окрестности конца разреза. Коэффициент интенсивности напряжений. Методы расчета коэффициентов интенсивности напряжений Силовые критерии разрушения. Подход Д. Ирвина и его обобщения. Вязкость разрушения. Устойчивые и неустойчивые состояние тел с трещинами. Деформационный подход к оценке трещиностойкости Учет пластических деформаций перед вершиной трещины. Линейная и нелинейная механика разрушения. Инвариантные интегралы в механике разрушения. Хрупкое разрушение и факторы, способствующие его возникновению. Теория Гриффитса хрупкого разрушения тел и ее модификации</p>		
ПК.1/НИ	з1.1. знать физико-механические характеристики материалов и методы их определения	<p>Виды механического разрушения. Предмет и задачи механики разрушения. Развитие повреждений. Методология анализа по допустимым повреждениям Дефекты кристаллического строения: точечные дефекты, дислокации, поверхностные дефекты. Механизмы пластического деформирования. Ползучесть. Рост трещин в условиях действия агрессивной среды. Теория коррозионного растрескивания. Силовые критерии разрушения. Подход Д. Ирвина и его обобщения. Вязкость разрушения. Устойчивые и неустойчивые состояние тел с трещинами. Деформационный подход к оценке трещиностойкости</p>		Зачет, вопросы 1-15
ПК.3/НИ готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-	з2. знать влияние основных факторов на конструкционную прочность	<p>Докритический рост трещины. Распространение усталостной трещины. Прогнозирование ресурса и периодичности осмотра Напряженное состояние тела с трещиной. Напряженное состояние в окрестности конца разреза. Коэффициент интенсивности напряжений. Методы расчета коэффициентов интенсивности напряжений Рост трещин в условиях действия агрессивной среды. Теория коррозионного</p>		Зачет, вопросы 1-15

механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям		растрескивания. Силовые критерии разрушения. Подход Д. Ирвина и его обобщения. Вязкость разрушения. Устойчивые и неустойчивые состояние тел с трещинами. Деформационный подход к оценке трещиностойкости Учет пластических деформаций перед вершиной трещины. Линейная и нелинейная механика разрушения. Инвариантные интегралы в механике разрушения. Хрупкое разрушение и факторы, способствующие его возникновению. Теория Гриффитса хрупкого разрушения тел и ее модификации Экспериментальные методы определения длины трещины, раскрытия трещины, оценки характеристик трещиностойкости материалов.		
ПК.8/РЭ готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня	з1. знать основные виды прочностных испытаний авиаконструкций	Докритический рост трещины. Распространение усталостной трещины. Прогнозирование ресурса и периодичности осмотра Силовые критерии разрушения. Подход Д. Ирвина и его обобщения. Вязкость разрушения. Устойчивые и неустойчивые состояние тел с трещинами. Деформационный подход к оценке трещиностойкости Экспериментальные методы определения длины трещины, раскрытия трещины, оценки характеристик трещиностойкости материалов.	РГЗ, «Расчет узлов и деталей с трещинами»	Зачет, вопросы 1-15
ПК.8/РЭ	у3. уметь проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций	Докритический рост трещины. Распространение усталостной трещины. Прогнозирование ресурса и периодичности осмотра Хрупкое разрушение и факторы, способствующие его возникновению. Теория Гриффитса хрупкого разрушения тел и ее модификации	РГЗ, «Расчет узлов и деталей с трещинами»	Зачет, вопросы 1-15

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.3/НИ, ПК.8/РЭ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.3/НИ, ПК.8/РЭ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

#### **Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

## Паспорт зачета

по дисциплине «Основы физики прочности и механика разрушения», 8 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФЛА

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Основы физики прочности и механика разрушения»

---

1 Виды механических разрушений. Предмет и задачи механики разрушения. Ее специфика. Развитие повреждений. Факторы, влияющие на рост трещины.

2 Об эквивалентных формулировках критерия разрушения: силовой критерий разрушения Д. Ирвина. Формула податливости Д. Ирвина.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10-12 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *13-17 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит

комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 18-20 баллов.

### 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Вопросы к зачету по дисциплине «Основы физики прочности и механика разрушения»

№ вопроса	вопрос
1	Виды механических разрушений. Предмет и задачи механики разрушения. Ее специфика. Развитие повреждений. Факторы, влияющие на рост трещины.
2	Теория хрупкого разрушения А. Гриффитса и ее модификации.
3	Решение задач с трещинами: Принцип суперпозиции. Трещина в изотропном упругом теле.
4	Напряженное состояние тела с трещиной. Особенности НДС в окрестности вершины трещины.
5	Коэффициент интенсивности напряжений и методы его расчета (расчет КИН: а) по ККН, б) методами теории упругости, с) методом сечений).
6	Критерий разрушения твердых тел (Понятие критерия. Построение критерия разрушения с использованием вариационного принципа).
7	Об эквивалентных формулировках критерия разрушения: силовой критерий разрушения Д. Ирвина. Формула податливости Д. Ирвина.
8	Определение направления начального распространения трещины. Расчет траектории трещины.
9	Учет пластических деформаций перед вершиной трещины. Поправка Д. Ирвина. Линейная и нелинейная механика разрушения.
10	Модель трещины с тонкой пластической зоной.
11	Математическое представление трещины распределенными дислокациями.
12	Рост трещины при докритических нагрузках. R-кривая. Описание докритического роста трещины $\delta c$ – моделью.
13	Докритический рост усталостных трещин (РУТ). Общие положения механизма РУТ. Эмпирические и теоретические зависимости РУТ. Диаграмма усталостного разрушения тела с трещиной.
14	Теория коррозионного растрескивания под напряжением.
15	Методология анализа по допустимым повреждениям. Прогнозирование ресурса и периодичности осмотров.

## Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Основы физики прочности и механика разрушения», 8 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графической работы по дисциплине студенты должны решить задания в соответствии с методическими указаниями.

Обязательные структурные части РГР:

- Титульный лист
- Задание
- Решение, теоретическое обоснование решения
- Выводы

Оцениваемые позиции:

- Правильность решения
- Подробность теоретического обоснования
- Аккуратность и грамотность выполнения работы

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет менее 40 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 40-59 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 60-70 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 71-80 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Примерный перечень тем РГЗ

«Прогнозирование роста усталостных трещин и оценка остаточной прочности»

## Образец задания

Необходимо решить следующие задачи механики разрушения. Величины  $k, l$  определяются номером варианта  $n = 1 \dots 20$ :  $l$  - целая часть числа  $n/5$ ,  $k = n - 5l$ .

1. Необходимо изготовить крупную панель из материала, характеризующегося величиной вязкости разрушения в условиях плоскодеформированного состояния, равной  $(5+l)10$  МПа, и пределом текучести  $100(9+k)$  МПа ( $n = 5l+k = 1, 2, \dots, 20$ ).

а) В случае, если панель подвергается воздействию напряжения  $10(25+l)$  МПа, каким будет максимальный размер допустимого дефекта до начала катастрофического разрушения? Примите какую-нибудь конфигурацию центрального разреза.

б) Каким будет размер зон пластической деформации в центральной части панели вдоль фронта трещины в момент разрушения?

в) Будут ли надежно соблюдаться условия плоскодеформированного состояния, если толщина панели составляет 2,5 см?