



*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: 2024

Программу составили:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Санников Владимир Антонович, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Крыжевич Геннадий Брониславович, д.т.н., профессор, профессор

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ПРОЧНОСТИ И МЕХАНИКИ  
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:

ПСК-7.4 — способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагружениях

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-7.4**

*знания:*

прочностных и виброакустических особенностей техники и конструкций;;

*умения:*

учитывать особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагружениях;;

*навыки:*

Владения методами определения прочностных и виброакустических особенностей для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагружениях..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ПРОЧНОСТИ И МЕХАНИКИ 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: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ**.

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
- ПСК-7.5 — способен проводить расчетные работы для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА

### 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		ПСК-7.4
4	8	<b>Раздел 1. Математические модели механики сплошных сред.</b> 1.1. Уравнения математической физики. Граничные условия и нагрузки. Метод конечных сил (МКЭ). 1.2. Формирование определяющих соотношений МКЭ. Учет граничных условий и нагрузок. Методы решения систем уравнений.	19	8	4	4	11	20
4	8	<b>Раздел 2. Математические модели критериев прочности.</b> 2.1. Базовые математические модели прочности материалов: 1-й теории прочности наибольших относительных удлинений; 2-й теории наибольших относительных удлинений; 3-й теории наибольших касательных напряжений; 4-й энергетической; 5-й теории прочности Мора. 2.2. Критерии прочности, основанные на концепции предельной поверхности – модели прочности: С.Ф. Клованича; William-Warnke; Друкера-Прагера; Базанта.	21	10	5	5	11	20
4	8	<b>Раздел 3. Обзор законов поведения материала, реализуемых программой ANSYS.</b> 3.1. Обзор рабочих мест инженера по решению задач прочности (Компас, 3Dv8, SolidWorks, ANSYS). 3.2. Классификация материалов и основных механических законов их поведения в ANSYS.	21	10	5	5	11	20
4	8	<b>Раздел 4. Математические модели механики трещин.</b> 4.1. Усталостная прочность: теория Гриффитса; модели разрушения, энергетический инвариантный интеграл; коэффициент интенсивности напряжений. 4.2. Моделирование деформирования и разрушения твердых тел с микроструктурой.	23	12	6	6	11	20
4	8	<b>Раздел 5. Компьютерные модели динамического разрушения.</b> 5.1. Динамическое деформирование конструкционных материалов и характеристики напряженно-деформированного состояния материала при динамических нагрузках. 5.2. Компьютерные модели динамического разрушения конструкционных упругопластических материалов.	24	12	6	6	12	20
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	52	26	26	56	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	52	26	26	56	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Математические модели механики сплошных сред.	Уравнения математической физики. Формирование определяющих соотношений МКЭ. Учет граничных условий и нагрузок. Методы решения систем уравнений.	4
2		Задачи обеспечения прочности конструкции в целом.	2
3	Раздел 2. Математические модели критериев прочности.	Учет малых и больших перемещений точек пространства ограниченных сред.	2
4		Математическая модель прочности ортотропных материалов.	1
5	Раздел 3. Обзор законов поведения материала, реализуемых программой ANSYS.	Геометрическое моделирование. Генерация конечно- элементной модели.	2
6		Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя. Реализация МКЭ в пакете ANSYS.	3
7	Раздел 4. Математические модели механики трещин.	Критерии прочности в механике разрушения по образованию трещин.	2
8		Критерии прочности в механике разрушения по раскрытию трещин.	2
9		Критерии прочности в механике разрушения по деформациям.	2
10	Раздел 5. Компьютерные модели динамического разрушения.	Анализ критериев прочности конструкций.	2
11		Описание процессов разрушения. Типы параметров, описывающие разрушения.	2
12		Параметры повреждения.	2
Всего за 8 семестр			26

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1.	Изучение вопросов задания граничных условия и нагружения, формирования определяющих соотношений МКЭ, методов решения систем уравнений.	5
2	Математические модели механики сплошных сред.	Изучение теоретического материала тем лекций 1, 2. Выбор объекта исследования и выстраивание студентом собственной образовательной траектории с учетом интересов студента при выборе объекта исследования в домашнем задании № 1 «Описание объекта исследования».	6
3	Раздел 2.	Выполнение и оформление домашнего задания № 1 «Описание объекта исследования».	5
4	Математические модели критериев прочности.	Изучение вопросов математических моделей прочности материалов. Изучение теоретического материала тем лекций 3, 4, 5.	6
5	Раздел 3. Обзор законов поведения материала,	Изучение вопросов использования пакетов ANSYS в задачах прочности.	5
6	реализуемых программой ANSYS.	Изучение теоретического материала тем лекций 6, 7, 8. Постановка задачи домашнего задания № 2 и его решение.	6
7	Раздел 4.	Изучение вопросов математических моделей механики трещин.	5
8	Математические модели механики трещин.	Изучение теоретического материала тем лекций 9, 10. Постановка задачи домашнего задания № 3 и его решение.	6
9	Раздел 5. Компьютерные модели	Изучение вопросов компьютерных моделей динамического разрушения.	4
10	динамического разрушения.	Изучение теоретического материала тем лекций 11, 12, 13.	4
11		Оформление и защита домашнего задания № 3.	4
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>56</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8			ДЗ	Вопр.Диф.Зач, Тест		ДР	ДЗ, Вопр.Диф.Зач		Тест, Вопр.Диф.Зач		ДР		ДЗ, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- Тест – тест;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Расчёт стержневой системы методом конечных элементов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 41 экз.
2. А. С. Павлов. . Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 42 экз.
3. В. А. Санников. . Введение в вычислительную механику. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 73 экз.
4. Д. А. Фёдоров. . Расчётно-аналитическое сопровождение проектно-конструкторских работ. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 45 экз.
5. Е. А. Николаева. . Основы механики разрушения. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010, эл. рес.
6. Е. В. Брытков. . Механика композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 37 экз.
7. Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
8. Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 63 экз.
9. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012, 63 экз.
10. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013, 8 экз.
11. Н. Р. Туркина. . Проектирование в среде SolidWorks. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 38 экз.
12. Ю. Г. Матвиенко. . Модели и критерии механики разрушения. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 15 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Механика разрушения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 0 экз.
2. А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. . ANSYS в руках инженера. М.: УРСС, 2003, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Деформация и разрушение материалов;
2. Проблемы машиностроения и автоматизации.

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

1. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### 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. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
4. SolidWorks 2015 R5;
5. КОМПАС-3D V17;
6. Microsoft Office.

#### 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. Mathcad Education - University Edition Term;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
5. SolidWorks 2015 R5;
6. КОМПАС-3D V17;
7. Microsoft Office.

### **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 **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ПРОЧНОСТИ И МЕХАНИКИ 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 *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-7.4 способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагрузениях.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с прочностью и механикой разрушения конструкций.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 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. Математические модели механики сплошных сред.</b>		
Изучение вопросов задания граничных условия и нагружения, формирования определяющих соотношений МКЭ, методов решения систем уравнений.	. Расчёт стержневой системы методом конечных элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-3)	5
Изучение теоретического материала тем лекций 1, 2. Выбор объекта исследования и выстраивание студентом собственной образовательной траектории с учетом интересов студента при выборе объекта исследования в домашнем задании № 1 «Описание объекта исследования».	Е. Г. Макаров. . Метод конечных элементов в прочностных расчётах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-2)	6
Итого по разделу 1		11
<b>Раздел 2. Математические модели критериев прочности.</b>		
Выполнение и оформление домашнего задания № 1 «Описание объекта исследования».	Е. А. Николаева. . Основы механики разрушения: Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010 (1-3) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (4)	5
Изучение вопросов математических моделей прочности материалов. Изучение теоретического материала тем лекций 3, 4, 5.	Е. В. Брытков. . Механика композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-4) Ю. Г. Матвиенко. . Модели и критерии механики разрушения: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (1-3)	6
Итого по разделу 2		11
<b>Раздел 3. Обзор законов поведения материала, реализуемых программой ANSYS.</b>		
Изучение вопросов использования пакетов ANSYS в задачах прочности.	. Механика разрушения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3) А. С. Павлов. . Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-2)	5
Изучение теоретического материала тем лекций 6, 7, 8. Постановка задачи домашнего задания № 2 и его решение.		6
Итого по разделу 3		11

<b>Раздел 4. Математические модели механики трещин.</b>		
Изучение вопросов математических моделей механики трещин.	В. А. Санников. . Введение в вычислительную механику: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013 (5)	5
Изучение теоретического материала тем лекций 9, 10. Постановка задачи домашнего задания № 3 и его решение.	Д. А. Фёдоров. . Расчётно-аналитическое сопровождение проектно-конструкторских работ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (10) Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (4-5)	6
Итого по разделу 4		11
<b>Раздел 5. Компьютерные модели динамического разрушения.</b>		
Изучение вопросов компьютерных моделей динамического разрушения.	А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. . ANSYS в руках инженера: М.: УРСС, 2003 (6-7) Н. Р. Туркина. . Проектирование в среде SolidWorks: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-2)	4
Изучение теоретического материала тем лекций 11, 12, 13.	Д. А. Фёдоров. . Расчётно-аналитическое сопровождение проектно-конструкторских работ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (11)	4
Оформление и защита домашнего задания № 3.		4
Итого по разделу 5		12

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест;
- 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.

#### Домашнее задание

Домашнее задание оформляется в электронном виде в текстовом, графическом редакторах и содержит основной вид, чертеж детали или узла с необходимыми разрезами и сечениями, выполненный в соответствии с требованиями ЕСКД. Содержание: • ДЗ-1 представляет собой описание выбранного объекта и по форме соответствует реферату; • ДЗ-2 – это расчетно-графическая работа (продолжение ДЗ-1), выполненная с использованием одной из программ SolidWorks, ANSYS и/или их пакетов; • ДЗ-3 обобщает предыдущие два задания, является результатом практического применения теории изучаемой дисциплины. Оформленное ДЗ не может быть принято и подлежит доработке в случае: • отсутствия необходимых разделов; • отсутствия необходимого графического материала; • некорректно выполненных расчетов или описания проблемы.

Критерии. Прием ДЗ проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по теме задания. Количество вопросов от 3 до 5. Если оформленное ДЗ (отчет) свидетельствует о правильном выполнении расчетов и в ходе защиты студент дает не менее 2 правильных ответов на 3 заданных преподавателем вопроса (или не менее 3 правильных ответов на 5 заданных вопросов) – ДЗ признается выполненным.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы расположены в УМК дисциплины.

#### Тест

Тестовые вопросы (до 10) приводятся в ЭИОС Moodle, а также содержаться в УМК.

Оцениваются совокупностью правильных ответов в автоматическом режиме. Учащийся имеет право на корректировку оценки очно.

#### Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет проводится в форме ответа на 10 тестовых вопросов.

Дифференцированный зачет признается сданным при правильных ответах на не менее 6 из 10 тестовых вопросов и "неудовлетворительно" при ответах на 5 и менее вопросов. Оценка сдачи дифференцированного зачета производится при выполнении 100% контрольных мероприятий по следующим критериям:

- при правильных ответах на 6 из 10 тестовых вопросов: выставляется оценка «зачтено-удовлетворительно»;
- при правильных ответах на 7-8 из 10 тестовых вопросов: выставляется оценка «зачтено-хорошо»;
- при правильных ответах на 9-10 из 10 тестовых вопросов: выставляется оценка «зачтено-отлично».

Учащийся имеет право на корректировку оценки очно.

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		ПСК-7.4	
4	8	Раздел 1. Математические модели механики сплошных сред.	19	8	4	4	11	20	Домашнее задание, Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 2. Математические модели критериев прочности.	21	10	5	5	11	20	Домашнее задание, Вопросы к дифференцированному зачету, Тест
4	8	Раздел 3. Обзор законов поведения материала, реализуемых программой ANSYS.	21	10	5	5	11	20	Домашнее задание, Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 4. Математические модели механики трещин.	23	12	6	6	11	20	Домашнее задание, Вопросы к дифференцированному зачету, Тест
4	8	Раздел 5. Компьютерные модели динамического разрушения.	24	12	6	6	12	20	Домашнее задание, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			108	52	26	26	56	100	
Всего по дисциплине			108	52	26	26	56	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-7.4

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Существует зависимость напряжений нормального отрыва у металлов и сплавов от ...
- а) от относительного сужения площади поперечного сечения стандартного образца при его разрыве и от предела прочности материала.
  - б) от принятых размеров и формы стандартного образца, испытанного на разрыв, и от предела текучести материала.
  - в) от твердости материала в зоне разрушения и от коэффициента интенсивности деформаций.
- № 2 г) от размера пластической зоны в вершине трещины и от вязкости разрушения. В Механике разрушения поправка Ирвина на пластическую зону у вершины трещины вводится с целью ...
- а) уточнения критических нагрузок для тел с трещинами и для более точного нахождения вязкости разрушения  $K_{Ic}$  по результатам испытаний образцов с трещинами.
  - б) более точного определения размера пластической зоны, наблюдаемой при плоском напряженном состоянии.
  - в) более точного определения интенсивности деформаций при плоском напряженном состоянии.
- № 3 г) с целью уточнения коэффициента концентрации напряжений у круглого отверстия при упруго-пластическом деформировании зоны концентрации. При использовании принципа суперпозиции для описания упругого напряженно-деформированного состояния в окрестности вершины трещины общего вида принимаются во внимание следующие виды трещин...
- а) трещина нормального отрыва, трещина поперечного (плоского) сдвига, трещина продольного (антиплоского) сдвига.
  - б) краевая трещина и центральная трещина.
  - в) сквозная и поверхностная трещина.
  - г) трещина касательного отрыва; трещина нормального сдвига; трещина продольного отрыва.
- № 4 В чем измеряется отклонение формы колебаний от начального положения тела при собственных колебаниях?
- Измеряется в .....
- 1. В радианах и метрах
  - 2. В единицах длины (метрах)
  - 3. В миллиметрах или сантиметрах
  - 4. В условных единицах длины (метрах), найденных с точностью до произвольной постоянной
- № 5 Связь между внешней силой  $P$ , действующей на образец с трещиной длины  $L$  может изображаться в виде критической диаграммы нагружения. Для устойчивой трещины на этой диаграмме наблюдается...
- а) возрастающая зависимость нагрузки  $P$  от длины  $L$ .



- б) уменьшение нагрузки  $P$  при росте длины  $L$ .
- в) наличие участка диаграммы, на котором наблюдается колебательный характер изменения нагрузки  $P$  при росте длины  $L$ .
- г) наличие участка диаграммы, на котором наблюдается медленный рост длины  $L$  при снижении нагрузки  $P$ .
- № 6 Силовой и энергетический критерии разрушения эквивалентны только...
- а) в рамках линейной механики разрушения;
- б) при использовании методов нелинейной механики разрушения;
- в) в рамках решения статических задач;
- г) в рамках решения динамических задач.
- № 7 Медленный докритический рост трещины обнаруживается на критической диаграмме нагружения образца с трещиной, изготовленного из...
- а) пластичного материала;
- б) материала, склонного к хрупким разрушениям;
- в) высокопрочной стали;
- г) материала с высокой твердостью.
- № 8 Решение системы линейных алгебраических уравнений вида  $[A]\{X\}=\{R\}$ , где  $[A]$  – матрица коэффициентов системы уравнений порядка  $M \times M$ ;  $\{R\}$  – вектор правых частей системы размером  $1 \times N$  выполняется методом .....
1. -нахождения кососимметричной матрицы  $[A]$
  2. -исключения с выбором главного элемента матрицы (Гаусса)
  3. -итерационного исключения строк и столбцов матрицы
  4. - разложения матрицы  $[A]$  на множители по методу квадратных корней Холецкого
- № 9 J- интеграл (интеграл Черепанова-Райса) называют инвариантным потому, что ...
- а) он не зависит от контура интегрирования, охватывающего вершину трещины;
- б) он не зависит от формы трещины;
- в) он не зависит от длины трещины;
- г) он не зависит от упругих постоянных материала
- № 10 Какая информация требуется для оценки деформирования конструкции?
1. Поле распределения деформаций с уровнями изолиний
  2. Минимальное перемещение точек элемента конструкции
  3. Уровень деформации пластичности
  4. Положение точек с максимальными значениями перемещений
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Характеристикой поля напряжений в малой окрестности вершины трещины в линейной механике разрушения является коэффициент \_\_\_\_\_ напряжений
- № 2 Изолинии отношения м/м на деформированном элементе показывают \_\_\_\_\_ деформацию конструкции?
- № 3 Корректный учет геометрической нелинейности задач теории упругости, касающихся особенностей распределения напряжений у вершины трещины, приводит к выводу о \_\_\_\_\_ сингулярности напряжений;

- № 4 Уравнения метода конечных элементов  $[K]\{R\}=\{Q\}$  включает  $\{Q\}$  – вектор узловых тепловых нагрузок, тогда  $\{R\}$ -вектор \_\_\_\_\_ и матрица  $[K]$ -коэффициентов \_\_\_\_\_
- № 5 Основной причиной усталостного контактного разрушения является \_\_\_\_\_ действие контактных напряжений;
- № 6 Под эквивалентным (приведенным) напряжением при сложном напряженном состоянии следует понимать \_\_\_\_\_ которое следует создать в растянутом (сжатом) образце, чтобы оно соответствовало напряжению сложного напряженного состояния в момент разрушения
- № 7 Уравнения статики метода конечных элементов  $[K]\{D\}=\{P\}$  включает матрицу  $[K]$  коэффициентов \_\_\_\_\_,  $\{P\}$  – вектор узловых нагрузок (сил),  $\{D\}$ -вектор перемещений
- № 8 Асимметрия цикла нагружения влияет на пороговое значение коэффициента интенсивности напряжений и скорость роста трещин таким образом, что с увеличением асимметрии нагружения с преобладанием растяжения \_\_\_\_\_ пороговое значение коэффициента интенсивности напряжений и возрастает скорость роста трещины
- № 9 Решения Инглиса – Колосова и Дж. Ирвина задачи о равномерно растягиваемой плоскости с трещиной описывают \_\_\_\_\_ распределения напряжений в окрестности вершины трещины
- № 10 Жесткость – это способность тела \_\_\_\_\_ росту нагрузок, \_\_\_\_\_ изменений (ниями) исходной формы и размеров