

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Суслин А. В.  
(подпись)                      ФИО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Патроны и гильзы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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	
3	6	3	108	51	34	0	17	57	0	18	39	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

год набора группы: 2024

Программу составил:

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

\_\_\_\_\_

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

**Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

### **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:

ОПК-2 — способность самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-2**

#### *знания:*

круга явлений, связанных с механической формой движения материи;  
роли теоретической механики в народном хозяйстве, науке и производстве, при теоретических и экспериментальных исследованиях; роли теоретической механики в современной научно-технической системе знаний как одной из основ развития техники;

теоретических основ механики; понятия состояния в классической механике;

основных законов механического движения; основных законов механики, законов сохранения, инерциальных и неинерциальных систем отсчета, кинематики и динамики твердого тела; методов исследования движения механических систем;;

#### *умения:*

применять методы построения расчетных моделей и методы исследования движения механических систем; применять методы описания движения точки и твердого тела, составлять дифференциальные уравнения движения точки и твердого тела;;

#### *навыки:*

использовать математические методы в технических приложениях; применять средства математического анализа и вычислительной техники для исследования механических явлений..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, УЧЕБНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОМПЛЕКСНО-АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПАТРОНОВ И ГИЛЬЗ, ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ КОВКИ И ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

### 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		ОПК-2
3	6	<b>Раздел 1. Введение. Теория напряжений. Теория деформаций.</b> Дифференциальные уравнения равновесия. Тензор напряжений. Напряжения на произвольных площадках. Условие на контуре. Главные площадки и главные напряжения. Наибольшие касательные напряжения, октаэдрические напряжения. Шаровая и девиаторная части тензора напряжений. Линейные и угловые деформации. Тензор деформаций. Главные деформации. Объемная деформация. Зависимости между деформациями и перемещениями (уравнения Коши). Условия неразрывности деформаций (уравнения Сен - Венана).	26	12	8	4	14	25
3	6	<b>Раздел 2. Физические уравнения механики деформируемого твердого тела. Постановка задачи теории упругости и пути ее решения.</b> Зависимости между напряжениями и деформациями для изотропного тела (обобщенный закон Гука). Постановка задачи теории упругости и пути ее решения. Различные формы записи обобщенного закона Гука. Потенциальная энергия упругой деформации. Понятие о потенциалах. Решение в перемещениях (уравнения Ламе). Решения в напряжениях (уравнения Бельтрами - Митчела). Смешанные методы решения. Прямой и обратный методы решения.	26	12	8	4	14	25
3	6	<b>Раздел 3. Общие теоремы теории упругости и вариационные формулировки задач МДТТ. Приближенные вариационные методы решения задач МДТТ.</b> Теорема об однозначности решения уравнений теории упругости. Теорема Клапейрона. Закон взаимности Бетти. Основные понятия из вариационного исчисления. Принципы Лагранжа, Кастильяно, наименьших работ, Гамильтона, Лагранжа-Дирихле, Рейсснера. Методы Ритца – Тимошенко, Бубнова-Галеркина. Метод конечных элементов (МКЭ).	27	13	9	4	14	25
3	6	<b>Раздел 4. Плоская задача МДТТ в прямоугольной системе координат. Двумерная задача МДТТ в полярных координатах. Осесимметричная и трехмерная задачи МДТТ.</b> Основные уравнения для двумерной (плоской) задачи. Задачи Ламэ и Лапласа. Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Решение плоской задачи при помощи: функции напряжений Эри; целых полиномов; в тригонометрических рядах и МКЭ. Основные уравнения. Функции напряжений. Сосредоточенная сила, приложенная к границе полуплоскости, МКЭ. Основные уравнения в цилиндрических и сферических системах координат. Сила, приложенная к границе полубесконечного тела (задача Буссинеска). Трехмерная задача теории упругости. Решение МКЭ.	29	14	9	5	15	25
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	51	34	17	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Теория напряжений. Теория деформаций.	Преобразование тензора напряжений. Определение главных площадок и главных напряжений, наибольших касательных напряжений. Линейные и угловые деформации. Преобразование тензора деформаций. Определение главных деформаций, объемной деформации.. Зависимости между деформациями и перемещениями (уравнения Коши). Условия неразрывности деформаций (уравнения Сен - Венана).	4
2	Раздел 2. Физические уравнения механики деформируемого твердого тела. Постановка задачи теории упругости и пути ее решения.	Решение прочностных и жесткостных задач МДТТ. Решение плоской задачи МДТТ с помощью функции напряжений.	4
3	Раздел 3. Общие теоремы теории упругости и вариационные формулировки задач МДТТ. Приближенные вариационные методы решения задач МДТТ.	Аналитическое определение перемещений и напряжений в стержневых системах. Плоское НДС. Решение МКЭ.	4
4	Раздел 4. Плоская задача МДТТ в прямоугольной системе координат. Двумерная задача МДТТ в полярных координатах.	Приближенное решение плоской задачи МДТТ. Определение напряжений и перемещений в толстостенной трубе при действии давления и сосредоточенной силы. Численное решение трехмерной задачи МДТТ.	5

	Осесимметричная и трехмерная задачи МДТТ.	
<b>Всего за 6 семестр</b>		<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Теория напряжений. Теория деформаций.	Выполнение, оформление и защита ЛР. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	14
2	Раздел 2. Физические уравнения механики деформируемого твердого тела. Постановка задачи теории упругости и пути ее решения.	Выполнение, оформление и защита ЛР. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	14
3	Раздел 3. Общие теоремы теории упругости и вариационные формулировки задач МДТТ. Приближенные вариационные методы решения задач МДТТ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	14
4	Раздел 4. Плоская задача МДТТ в прямоугольной системе координат. Двумерная задача МДТТ в полярных координатах. Осесимметричная и трехмерная задачи МДТТ.	Выполнение, оформление и защита ЛР. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение, оформление и защита ЛР	15
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>57</b>

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Определение главных напряжений исходного объемного состояния. Численное решение и поиск собственных значений. Графическое изображение исходного и главного напряженного состояния. Определение максимальных касательных и октаэдрических напряжений. Описание критериев теории пластичности, оформление этапа КР.	1 - 4	4
Этап 2. Решение плоской задачи МДТТ с помощью функции напряжений. Пластина, нагруженная по кромкам контура, описание и оформление этапа КР.	5 - 8	4
Этап 3. Постановка и аналитическое решение задачи Кирша (пластина с отверстием, нагруженная по краям). Численное решение методом конечных элементов на компьютере, описание и оформление этапа КР. Формирование КР из этапных разделов КР. Защита этапов КР.	9 - 12	5
Этап 4. Аналитическое решение объемной задач Буссинеска, Ламэ или Лапласа. Численное решение методом конечных элементов на компьютере, описание и оформление этапа КР. Формирование КР из этапных разделов КР. Защита КР.	13 - 17	5
<b>Всего за 6 семестр</b>		<b>18</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6			ВПЗ, КР, Вопр.Диф.Зач		Тест, Вопр.Диф.Зач, ВПЗ	ДР				ДР		ВПЗ			Отч. по ПЗ, Тест	ДР	КР, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;

- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- КР – курсовая работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- Тест – тест;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Основная литература по дисциплине:**

1. В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 28 экз.
2. Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 192 экз.

### **5.2. Дополнительная литература по дисциплине:**

не требуется.

### **5.3. Периодические издания:**

1. Деформация и разрушение материалов.

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

1. <https://urait.ru/bcode/472364> — Сопротивление материалов с использованием вычислительных комплексов — 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. Ansys;
2. Mathcad 15;
3. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
4. Mathcad Education - University Edition Term;
5. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
6. Microsoft Windows;
7. Программа информационной поддержки российских библиотек КонсультантПлюс;
8. 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. Интерактивная доска;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. Mathcad Education - University Edition Term;
4. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
5. Microsoft Windows;
6. Программа информационной поддержки российских библиотек КонсультантПлюс;
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 **МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. 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*:  
ОПК-2 способность самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с постановкой и решением прочностных задач механики при упругом поведении материалов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Введение. Теория напряжений. Теория деформаций.</b>		
Выполнение, оформление и защита ЛР. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. И. Феодосьев. . Соппротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (8) Е. Г. Макаров. . Соппротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1,3,4,5,9,20)	14
Итого по разделу 1		14
<b>Раздел 2. Физические уравнения механики деформируемого твердого тела. Постановка задачи теории упругости и пути ее решения.</b>		
Выполнение, оформление и защита ЛР. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Соппротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (20)	14
Итого по разделу 2		14
<b>Раздел 3. Общие теоремы теории упругости и вариационные формулировки задач МДТТ. Приближенные вариационные методы решения задач МДТТ.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Соппротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (21,22)	14
Итого по разделу 3		14
<b>Раздел 4. Плоская задача МДТТ в прямоугольной системе координат. Двумерная задача МДТТ в полярных координатах. Осесимметричная и трехмерная задачи МДТТ.</b>		
Выполнение, оформление и защита ЛР. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение, оформление и защита ЛР	Е. Г. Макаров. . Соппротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (9,21,22,23)	15
Итого по разделу 4		15

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест;
- отчет по практическому заданию;
- 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.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Вопросы и задания по темам ПЗ из которых формируется УМК оцениваются совокупностью правильных ответов при очном опросе или с использованием ЭИОС Moodle.

#### Курсовая работа

Примеры решения задач и практические задачи, из которых формируется курсовая работа, содержатся в ЭИОС Moodle, либо обеспечиваются выкладкой в УМК с демонстрацией решений. Оцениваются совокупностью правильных ответов при очном опросе или с использованием ЭИОС Moodle.

Курсовая работа оценивается по 100-балльной системе. Общее распределение баллов:

- выполнение работы в сроки, установленные в задании (0-20 баллов);
- содержание курсовой работы (0-40 баллов); - защита курсовой работы (0-40 баллов).

Распределение баллов за выполнение работы в соответствии с заданием:

- выбор темы и объекта исследования (до 5 баллов); - сбор теоретического и аналитического материала, составление плана работы (до 10 баллов); - написание работы и представление ее на кафедру в установленные сроки (до 5 баллов).

Распределение баллов за содержание курсовой работы:

- обоснование актуальности темы курсовой работы, постановка цели и задач, содержательность заключительных выводов (до 10 баллов); - глубина раскрытия темы теоретической части (до 10 баллов); - правильность проведения расчетов в практической части (до 10 баллов);
- использование информационных технологий (до 10 баллов). Распределение баллов за защиту курсовой работы (до 40 баллов).

При оценке курсовой работы учитываются глубина, содержание и качество ответов на вопросы, поставленные преподавателем в ходе ее защиты. Итоговая оценка выставляется с учетом общей суммы набранных баллов: - неудовлетворительно (0—40 баллов); - удовлетворительно (41—80 баллов); - хорошо (81—90 баллов); - отлично (91—100 баллов).

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к зачету (до 20) размещаются в ЭИОС Moodle, либо выкладываются в УМК. Оцениваются совокупностью правильных ответов при очном опросе (до 5) или формируют тест.

#### Тест

Тестовые вопросы (до 10) приводятся в ЭИОС Moodle, а также содержатся в УМК. Оцениваются совокупностью правильных ответов в автоматическом режиме. Учащийся имеет право на корректировку оценки очно.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном для курсовой работы. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, достоверность полученных результатов, способность их объяснить. Отчеты формируют этапы КР. Комплект практических заданий представлен в УМК дисциплины.

#### Дифференцированный зачет

Учащийся получает минимальную положительную оценку при условии успешной защиты КР и прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы (тест), в соответствии с графиком раздела. Оценка «не зачтено» определяется: - фрагментарными знаниями по дисциплине; - отказом от ответа - выполнения задания; - неумением использовать научную терминологию; - наличием грубых ошибок; - низким уровнем выполнения заданий.

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		ОПК-2	
3	6	Раздел 1. Введение. Теория напряжений. Теория деформаций.	26	12	8	4	14	25	Вопросы/задания по темам ПЗ, Курсовая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 2. Физические уравнения механики деформируемого твердого тела. Постановка задачи теории упругости и пути ее решения.	26	12	8	4	14	25	Тест, Вопросы/задания по темам ПЗ, Курсовая работа
3	6	Раздел 3. Общие теоремы теории упругости и вариационные формулировки задач МДТТ. Приближенные вариационные методы решения задач МДТТ.	27	13	9	4	14	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа
3	6	Раздел 4. Плоская задача МДТТ в прямоугольной системе координат. Двумерная задача МДТТ в полярных координатах. Осесимметричная и трехмерная задачи МДТТ.	29	14	9	5	15	25	Отчет по практическому заданию, Курсовая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-2

*Вопросы открытого типа:*

№ 1 Составляющая вектора полного напряжения, действующего в исследуемом сечении тела, определяемая проекцией на нормаль к плоскости этого сечения, называется ...

1. -нормальным напряжением
2. -касательным напряжением
3. -поперечной силой
4. -нормальной силой

№ 2 Уравнения Ляме – это...

1. один из видов граничных условий
2. модификация соотношений Коши
3. уравнения для решения задачи механики деформируемого твердого тела в перемещениях
4. уравнения для решения задачи механики деформируемого твердого тела в напряжениях

№ 3 Свойство твердых тел возвращаться к своим первоначальным размерам после прекращения действия внешних сил называется ...

1. -жесткостью
2. -податливостью
3. -упругостью
4. -прочности

№ 4 Уравнения Бельтрами-Митчела – это...

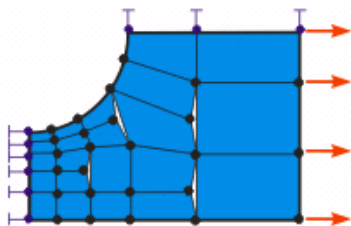
1. один из видов граничных условий
2. модификация соотношений Коши
3. уравнения для решения задачи механики деформируемого твердого тела в перемещениях
4. уравнения для решения задачи механики деформируемого твердого тела в напряжениях

№ 5 Указать правильную запись закона Гука в общем виде для продольных деформаций и нормальных напряжений



$$\begin{aligned}
1. \quad & \begin{cases} \varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} \\ \varepsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} \\ \varepsilon_z = \frac{\sigma_z}{E} \end{cases} \\
2. \quad & \begin{cases} \varepsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)) \\ \varepsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)) \\ \varepsilon_z = \frac{1}{E} (\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)) \end{cases} \\
3. \quad & \begin{cases} \sigma_x = \frac{E\varepsilon_x}{1-\mu} \\ \sigma_y = \frac{E\varepsilon_y}{1-\mu} \\ \sigma_z = \frac{E\varepsilon_z}{1-\mu} \end{cases} \\
4. \quad & \begin{cases} \sigma_x = \frac{1}{E} (\varepsilon_x - \mu(\varepsilon_y + \varepsilon_z)) \\ \sigma_y = \frac{1}{E} (\varepsilon_y - \mu(\varepsilon_x + \varepsilon_z)) \\ \sigma_z = \frac{1}{E} (\varepsilon_z - \mu(\varepsilon_x + \varepsilon_y)) \end{cases}
\end{aligned}$$

№ 6 Правильно ли создана сетка КЭ?



1. Да
2. нет, так как размеры элементов отличаются
3. нет, так как есть пустоты между элементами
4. нет, так как в элементах разные узлы

№ 7 Что такое остаточные или пластичные деформации? Это деформации ...

1. которые образуются в телах после снятия нагрузки (разгрузки), когда начальные размеры не полностью восстанавливаются
2. которые образуются в телах при нагружении за пределом упругости
3. которые образуются в телах до предела пропорциональности
4. которые образуются в телах за пределом пропорциональности, но меньше предела упругости

№ 8 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

№ 9 Механическая система нагружена обобщённым вектором нагрузок [P] и перемещений

$$\{\Delta\}$$

Из условий равновесия выполняется закон равенства внешней энергии внутренней

$$\frac{1}{2}[P]\{\Delta\} = \frac{1}{2} \int_V [\sigma]\{\varepsilon\} dV, \text{ где } \{\sigma\}$$

и

$$\{\varepsilon\}$$

векторы напряжений и деформаций. Применяя аппроксимацию перемещений  $\{U\}=[N]\{\Delta\}$  каким методом можно получить уравнение статического равновесия?

1. Методом интегральных преобразований
2. Методом решения статически неопределимых систем
3. Методом сил
4. Методом конечных элементов

№ 10

Чему равен второй инвариант тензора напряжений?

1.  $I_2 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$
2.  $I_2 = \sigma_1 \cdot \sigma_2 + \sigma_2 \cdot \sigma_3 + \sigma_1 \cdot \sigma_3$
3.  $I_2 = \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \sigma_3$
4.  $I_2 = \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y \cdot \sigma_z + \sigma_x \cdot \sigma_z - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2 - \tau_{xz}^2$

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Напряженное состояние (\_\_\_\_\_), при котором на элементарный объем действует только две компоненты нормальных напряжений.
- № 2 Зависимость (\_\_\_\_\_) устанавливает связь между напряжениями и деформациями
- № 3 Условное напряжение это \_\_\_\_\_, которое выдерживает образец при нагружении до разрушения.
- № 4 Сумма диагональных элементов тензора напряжений это \_\_\_\_\_ инвариант.
- № 5 При нахождении изменения длины стержня используется величина

\_\_\_\_\_

- № 6 способность конструкции сопротивляться упругим деформациям это \_\_\_\_\_
- № 7 Какие виды \_\_\_\_\_ перемещений можно выводить в ПК Ansys?
- № 8 Принцип \_\_\_\_\_, утверждает, что результат действия системы сил равен сумме результатов действий каждой силы в отдельности.
- № 9 Изолинии отношения м/м на деформированном элементе показывают \_\_\_\_\_ конструкции?
- № 10 Механическое действие одного материального тела на другое, определяется \_\_\_\_\_, как мерой (величиной)