

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

(подпись) Суслин А. В.
ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Ракетостроение
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
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	5	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

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

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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

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:

ПСК-1/23-2 — способен разрабатывать конструктивно-силовые и компоновочные схемы ракет-носителей, ракетно-космических систем и их составных частей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1/23-2

знания:

знает устройство ракет и космических аппаратов, взаимосвязь характеристик прочности и устойчивости объектов РКТ с эксплуатационными нагрузками;;

умения:

умеет разрабатывать расчётные схемы для определения рациональных конструктивно-компоновочных схем с заданным уровнем прочности и устойчивости;;

навыки:

владеет практическим опытом проведения расчётов на прочность, статическую и динамическую устойчивость..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ЭНЕРГОСИСТЕМЫ, ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

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, % ПСК-1/23-2
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	5	Раздел 1. Введение. Теория напряжений. Теория деформаций. 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	16	8	4	4	10	25
3	5	Раздел 2. Физические уравнения механики деформируемого твердого тела. Постановка задачи теории упругости и пути ее решения. 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	16	8	4	4	10	25
3	5	Раздел 3. Общие теоремы теории упругости и вариационные формулировки задач МДТТ. Приближенные вариационные методы решения задач МДТТ. 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 Рунта – Тимошенко, Бубнова-Галеркина. Метод конечных элементов (МКЭ).	27	17	9	4	4	10	25
3	5	Раздел 4. Плоская задача МДТТ в прямоугольной системе координат. Двумерная задача МДТТ в полярных координатах. Осесимметричная и трехмерная задачи МДТТ. 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 полу бесконечного тела (задача Буссинеска). Трехмерная задача теории упругости. Решение МКЭ.	29	19	9	5	5	10	25
Всего за 5 семестр			108	68	34	17	17	40	100
Всего по дисциплине			108	68	34	17	17	40	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. Осесимметричная и трехмерная задачи МДТТ.	Приближенное решение плоской задачи МДТТ. Определение напряжений и перемещений в толстостенной трубе при действии давления и сосредоточенной силы. Численное решение трехмерной задачи МДТТ.	5
Всего за 5 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	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.	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 МКЭ.	4
3	Раздел 3. Общие теоремы теории упругости и вариационные формулировки задач МДТТ. Приближенные вариационные методы решения задач МДТТ.	Основные уравнения в цилиндрических и сферических системах координат. Силы, приложенные по части поверхности тела (задача Лява). Трехмерная задача теории упругости. Решение МКЭ.	4
4	Раздел 4. Плоская задача МДТТ в прямоугольной системе координат. Двумерная задача МДТТ в полярных координатах. Осесимметричная и трехмерная задачи МДТТ.	Основные уравнения в цилиндрических и сферических системах координат. Сила, приложенная к границе полубесконечного тела (задача Буссинеска). Трехмерная задача теории упругости. Решение МКЭ.	5
Всего за 5 семестр			17

3.4. 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	10
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	10
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	10
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	10
Всего за 5 семестр			40

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
5		ВПЗ, ЛР, Вопр.Диф.Зач			ВПЗ, Вопр.Диф.Зач, Отч. по ЛР	ДР	ЛР			ДР	Отч. по ЛР	ВПЗ, ЛР, Вопр.Диф.Зач			Отч. по ЛР	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Санников. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 42 экз.
2. В. А. Санников. . Введение в вычислительную механику. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 73 экз.
3. В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 28 экз.
4. Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 192 экз.
5. С. И. Каратушин, И. Н. Титух. . Конструкционная прочность. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.

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»;
3. <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 - 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. Лабораторные занятия:

1. Ansys;
2. Mathcad 15.

6.4. 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 **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. 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-1/23-2 способен разрабатывать конструктивно-силовые и компоновочные схемы ракет-носителей, ракетно-космических систем и их составных частей.

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;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- отчет по ЛР.

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.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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.
Раздел 1. Введение. Теория напряжений. Теория деформаций.		
Выполнение, оформление и защита ЛР. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1,3,4,5,9,20) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (8) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2-3)	10
Итого по разделу 1		10
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	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (20)	10
Итого по разделу 2		10
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	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (21,22) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3-4) С. И. Каратушин, И. Н. Титух. . Конструкционная прочность: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4-5)	10
Итого по разделу 3		10
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	В. А. Санников. . Введение в вычислительную механику: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (5) Е. Г. Макаров. . Сопротивление	10

	материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (9,21,22,23) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (4-6)	
Итого по разделу 4		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- отчет по ЛР;
- 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.

Лабораторная работа

Вопросы и задания по темам ЛР приводятся в ЭИОС Moodle, а также содержатся в УМК.

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.

Отчет по ЛР

Отчет по ЛР представляется в печатном виде в формате, предусмотренном требованиями к оформлению, согласно документации на сайте для студентов. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, достоверность полученных результатов, способность их объяснить.

Дифференцированный зачет

Количество вопросов - 5.

Оценка «зачтено - отлично»: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин; - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «зачтено - хорошо»: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; - владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «зачтено - удовлетворительно»: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; - владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умение под руководством

преподавателя решать стандартные задачи; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «не зачтено»: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - неумение использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок; - низкий уровень культуры исполнения заданий и уровень сформированности компетенций.

Паспорт фонда оценочных средств

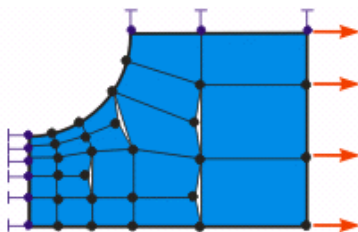
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-1/23-2		
3	5	Раздел 1. Введение. Теория напряжений. Теория деформаций.	26	16	8	4	4	10	25		Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
3	5	Раздел 2. Физические уравнения механики деформируемого твердого тела. Постановка задачи теории упругости и пути ее решения.	26	16	8	4	4	10	25		Вопросы/задания по темам ПЗ, Лабораторная работа
3	5	Раздел 3. Общие теоремы теории упругости и вариационные формулировки задач МДТТ. Приближенные вариационные методы решения задач МДТТ.	27	17	9	4	4	10	25		Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
3	5	Раздел 4. Плоская задача МДТТ в прямоугольной системе координат. Двумерная задача МДТТ в полярных координатах. Осесимметричная и трехмерная задачи МДТТ.	29	19	9	5	5	10	25		Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по ЛР
Всего за 5 семестр			108	68	34	17	17	40	100		
Всего по дисциплине			108	68	34	17	17	40	100		

Критерии оценивания

ПСК-1/23-2

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 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. $I_2 = \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y \cdot \sigma_z + \sigma_x \cdot \sigma_z - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2 - \tau_{xz}^2$
- № 3 Механическая система нагружена обобщённым вектором нагрузок [P] и перемещений {Δ}. Из условий равновесия выполняется закон равенства внешней энергии внутренней
- $$\frac{1}{2} [P] \{ \Delta \} = \frac{1}{2} \int_V \{ \sigma \} \{ \varepsilon \} dV,$$
- где {σ} и {ε} векторы напряжений и деформаций.
- Применяя аппроксимацию перемещений {U}=[N]{Δ} каким методом можно получить уравнение статического равновесия?
1. Методом интегральных преобразований
 2. Методом решения статически неопределимых систем
 3. Методом сил
 4. Методом конечных элементов
- № 4 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
- № 5 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
- № 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

Указать правильную запись закона Гука в общем виде для продольных деформаций и нормальных напряжений

$$1. \begin{cases} \varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} \\ \varepsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} \\ \varepsilon_z = \frac{\sigma_z}{E} \end{cases}$$

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

$$3. \begin{cases} \sigma_x = \frac{E \varepsilon_x}{1 - 2\mu} \\ \sigma_y = \frac{E \varepsilon_y}{1 - 2\mu} \\ \sigma_z = \frac{E \varepsilon_z}{1 - 2\mu} \end{cases}$$

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

№ 8

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

№ 9

Свойство твердых тел возвращаться к своим первоначальным размерам после прекращения действия внешних сил называется ...

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

№ 10

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

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Механическое действие одного материального тела на другое, определяется _____, как мерой (величиной)
- № 2 Напряженное состояние (_____), при котором на элементарный объем действует только две компоненты нормальных напряжений.
- № 3 Зависимость (_____) устанавливает связь между напряжениями и деформациями
- № 4 Условное напряжение это _____, которое выдерживает образец при нагружении до разрушения.
- № 5 Сумма диагональных элементов тензора напряжений это _____ инвариант.
- № 6 При нахождении изменения длины стержня используется величина _____
- № 7 способность конструкции сопротивляться упругим деформациям это _____
- № 8 Какие виды _____ перемещений можно выводить в программе Ansys?
- № 9 Принцип _____, утверждает, что результат действия системы сил равен сумме результатов действий каждой силы в отдельности.
- № 10 Изолинии отношения м/м на деформированном элементе показывают _____ конструкции?