

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

| | |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки | 15.03.01 Машиностроение |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Машины и технология обработки металлов давлением |
| Уровень высшего образования | Бакалавриат |
| 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 | 5 | 3 | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 0 | 0 | 40 | ЭКЗ. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

15.03.01 Машиностроение

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-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

требований к проведению научно-исследовательских работ 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;

умения:

формализовать, решать оценивать и интерпретировать прикладную задачу в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, физико-механических, математических и компьютерных моделей;

навыки:

владения решения научно-технических задач в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, физико-механических, математических и компьютерных моделей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**.

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-13 — Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения

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 | 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 Ритца – 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 полубесконечного 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 | Аналитическое определение перемещений и напряжений в стержневых системах. Плоское НДС. Решение МКЭ. | 4 |

| | | | |
|---------------------------|--|--|-----------|
| | вариационные методы решения задач МДТТ. | | |
| 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. | 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). | 4 |
| 2 | 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. | 4 |
| 3 | 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 Ритца – Тимошенко, Бубнова-Галеркина. Метод конечных элементов (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 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. | 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 | Выполнение, оформление и защита ЛР. | 10 |

| | | | |
|---------------------------|--|--|-----------|
| | напряжений. Теория деформаций. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе | |
| 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, Вопр. Экз | Тест | | ДР | | ВПЗ, Вопр. Экз | | ДР | Тест, ВПЗ, Вопр. Экз | | | Отч. по ПЗ | Отч. по ПЗ | ДР | Вопр. Экз |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Тест – тест;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

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, эл. рес.
2. В. А. Санников. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 42 экз.
3. В. А. Санников, Т. В. Расчупкина, А. С. Воронов. . Математические методы в механике. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
4. В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 28 экз.
5. 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 - 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 **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*. 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-1 способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

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;
- вопросы к экзамену;
- тест;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

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 | В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (8) Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1,3,4,5,9,20) | 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 | В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3) 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 (2-4) В. А. Санников, Т. В. Расчупкина, А. С. Воронов. . Математические методы в механике: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (3) | 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 | Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (9,21,22,23) В. А. Санников. . Сопротивление | 10 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| | материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2-4) | |
| 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;
- вопросы к экзамену;
- тест;
- отчет по практическому заданию;
- экзамен.

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.

Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену приводятся в ЭИОС Moodle, либо выкладываются в УМК

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 требованиях на сайте для студентов. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, достоверность полученных результатов, способность их объяснить. Комплект практических заданий представлен в УМК дисциплины.

Экзамен

Текущее электронное тестирование имеется в виде 25 тестовых задач с четырьмя ответами на каждую. Необходимо правильно решить задачу и показать верный ответ. Возможен аудиторный опрос. Оценку «отлично» получает студент, показавший, хорошие или отличные знания во время учебы в семестре и показавший на экзамене глубокие знания по основным разделам курса и владение методами решения задач средней сложности.

Оценку «хорошо» получает студент, показавший, хорошие или отличные знания во время учебы в течение семестра и показавший на экзамене глубокие знания по основным разделам курса и владение методами решения элементарных задач.

Оценку «удовлетворительно» получает студент, при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4. Оценку «неудовлетворительно» получает студент, показавший недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы допустил много неверных ответов.

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 | | ОПК-1 | |
| 3 | 5 | Раздел 1. Введение. Теория напряжений. Теория деформаций. | 26 | 16 | 8 | 4 | 4 | 10 | 25 | Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену |
| 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 | Тест, Вопросы/ задания по темам ПЗ |
| 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/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену |
| 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 | Отчет по практическому заданию, Вопросы к экзамену |
| Всего за 5 семестр | | | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 100 | |

Критерии оценивания

ОПК-1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Жёсткостью тела или конструкции является их способность
1. сохранять первоначальные размеры при нагружении
 2. сопротивляться действию внешних нагрузок без разрушения
 3. устранять деформацию после снятия нагрузки
- № 2
4. сопротивляться образованию деформаций
- Гипотеза об упругости материала предполагает, что
1. деформации не исчезают полностью после снятия нагрузки
 2. деформации полностью исчезают после снятия нагрузки
 3. деформации малы по сравнению с размерами тела
- № 3
4. деформации не зависят от порядка приложения нагрузок
- Принцип независимости действия сил предполагает, что
1. реакции опор не зависят от материала элемента конструкции
 2. внутренние силы в элементе конструкции не зависят от последовательности приложения внешних нагрузок
 3. в местах приложения внешних нагрузок внутренние силы в элементе конструкции изменяются скачкообразно
 4. плоские поперечные сечения элемента конструкции (стержня) остаются после деформации плоскими и перпендикулярными его оси при растяжении
- № 4
- 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
- № 5
- Свойство твердых тел возвращаться к своим первоначальным размерам после прекращения действия внешних сил называется ...
1. -жёсткостью
 2. -податливостью
 3. -упругостью
 4. -прочности
- № 6
- 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
- № 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 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. $I_2 = \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y \cdot \sigma_z + \sigma_x \cdot \sigma_z - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2 - \tau_{xz}^2$
- № 10 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
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Механическое действие одного материального тела на другое, определяется _____, как мерой (величиной)
- № 2 Изолинии отношения м/м на деформированном элементе показывают _____ конструкции?
- № 3 В программе Ansys можно выводить _____ виды перемещений.
- № 4 _____ -т это способность конструкции сопротивляться упругим деформациям
- № 5 При нахождении изменения длины стержня используется величина _____
- № 6 Сумма диагональных элементов тензора напряжений это _____ инвариант.
- № 7 Условное напряжение это _____, которое выдерживает образец при нагружении до разрушения.
- № 8 Зависимость (_____) устанавливает связь между напряжениями и деформациями
- № 9 Напряженное состояние (_____), при котором на элементарный объем действует только две компоненты нормальных напряжений.
- № 10 Определяющие уравнения

$$\begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \sigma_4 \\ \sigma_5 \\ \sigma_6 \end{Bmatrix}_{6 \times 1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} & C_{15} & C_{16} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} & C_{25} & C_{26} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} & C_{35} & C_{36} \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} & C_{45} & C_{46} \\ C_{51} & C_{52} & C_{53} & C_{54} & C_{55} & C_{56} \\ C_{61} & C_{62} & C_{63} & C_{64} & C_{65} & C_{66} \end{bmatrix}_{6 \times 6} \begin{Bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \epsilon_3 \\ \epsilon_4 \\ \epsilon_5 \\ \epsilon_6 \end{Bmatrix}_{6 \times 1}$$

содержат _____ константы связи деформаций с перемещениями
(обобщенный закон Гука)