

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Суслин А. В.
ФИО
«31» 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровое моделирование механических систем и процессов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
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	68	17	17	34	40	0	0	40	ЭКЗ.

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: 2022

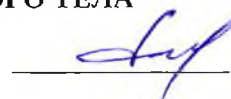
Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Титух Игорь Николаевич, к.т.н., доцент



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

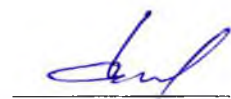
Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

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-8.1 — способность применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-8.1

знания:

на уровне представлений: основные уравнения теории упругости; основные методы их решения: аналитические, численные, вариационные, смешанные, их базовые соотношения и алгоритмы;

умения:

проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики;

навыки:

применения методов математического и компьютерного моделирования механических систем и процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ**.

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

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	6	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости. Введение. Теория напряжений. Статические уравнения равновесия Теория деформаций и перемещений. Геометрические уравнения. Уравнения неразрывности. Физические уравнения. Потенциальная энергия упругой деформации.	27	19	6	3	10	8	20
3	6	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения. Решение в перемещениях и напряжениях. Прямой и обратный методы решения. Смешанные способы решения Общие теоремы теории упругости и вариационная формулировка её задач. Вариационные принципы. Прикладные вариационные методы решения задач теории упругости.	18	10	3	3	4	8	20
3	6	Раздел 3. Плоская задача теории упругости. Плоская задача в прямоугольной декартовой системе координат Плоская задача в полярных координатах Осесимметричная задача.	24	16	3	3	10	8	20
3	6	Раздел 4. Трёхмерная задача теории упругости. Методы решения пространственных задач.	22	14	2	2	10	8	20
3	6	Раздел 5. Контактные задачи теории упругости. Теория Герца Определение размеров площадки контакта соприкасающихся тел, их сближения и величины наибольшего контактного давления Напряженное состояние соприкасающихся тел. в случаях: круговой площадки контакта; эллиптической; контакта по линии.	17	9	3	6	0	8	20
Всего за 6 семестр			108	68	17	17	34	40	100
Всего по дисциплине			108	68	17	17	34	40	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости.	Решение задач на преобразование тензоров напряжений и деформаций и на общие уравнения теории упругости	10
2	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения.	Решение примеров на метод Ритца, Бубнова-Галеркина, Власова-Канторовича.	4
3	Раздел 3. Плоская задача теории упругости.	Решение задач на плоское напряженное состояние и применение функции напряжений.	10
4	Раздел 4. Трёхмерная задача теории упругости.	Решение примеров на плоскую задачу в полярной системе координат	10
Всего за 6 семестр			34

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости.	Исследование напряженного и деформированного состояния консольной балки, нагруженной сосредоточенной силой	3
2	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения.	Исследование напряженного и деформированного состояния балки с распределенной нагрузкой. Применение компьютерных программ	3
3	Раздел 3. Плоская задача теории упругости.	Исследование влияния круглого отверстия на распределение напряжений в пластине	3
4	Раздел 4. Трёхмерная задача теории упругости.	Исследование напряженно - деформированного состояния бруса большой кривизны силой, приложенной	2

		на конце	
5	Раздел 5. Контактные задачи теории упругости.	Исследование напряженно - деформированного состояния во вращающемся диске и в сферическом сосуде	6
Всего за 6 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
2		Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.	6
3	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
4		Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.	6
5	Раздел 3. Плоская задача теории упругости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
6		Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.	6
7	Раздел 4. Трёхмерная задача теории упругости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
8		Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.	6
9	Раздел 5. Контактные задачи теории упругости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
10		Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.	6
Всего за 6 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
6					ЛР	ДР				ДР	ЛР					ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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 Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
2. Mathcad Education - University Edition Term;
3. Mathcad Prime 3.1;
4. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

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. Mathcad Prime 3.1;
3. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Интерактивная доска;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
3. Mathcad Education - University Edition Term.

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 **ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ** является дисциплиной **обязательной части 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-8.1 способность применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 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. Основные уравнения линейной теории упругости.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-6)	2
Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.		6
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (7-16)	2
Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.		6
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Плоская задача теории упругости.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (15, 16)	2
Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.		6
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Трёхмерная задача теории упругости.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (18)	2
Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.		6
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Контактные задачи теории упругости.		
Изучение предусмотренных программой дидактических	В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова.	2

единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016	
Выполнение, оформление полученных результатов, защита ЛР.	(19)	6
Итого по разделу 5		8

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- лабораторная работа;
- 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 к экзамену

Тестовые вопросы размещены в УМК дисциплины

Лабораторная работа

Критерии оценивания лабораторных работ.

Оценка "отлично"

Отчет по работе выполнен в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

Обучающиеся работали полностью самостоятельно, показали необходимые теоретические знания, практические умения и навыки. Отчет оформлен аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

Оценка "хорошо"

Отчет по работе выполнен в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Отчет и защита показали знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Оценка "удовлетворительно"

Отчет выполнен и оформлен с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывал затруднения при самостоятельной работе.

Оценка "неудовлетворительно"

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению работы.

Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Экзамен проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (30 шт.).

Каждый верный ответ оценивается в 3 балла. Оценка складывается по количеству баллов, полученных за ответы на тестовые вопросы.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы Оценка по нормативной шкале

76 - 90 "отлично"

55 – 75 "хорошо"

30 - 54 "удовлетворительно"

менее 30 "неудовлетворительно"

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-8.1	
3	6	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости.	27	19	6	3	10	8	20	Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
3	6	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения.	18	10	3	3	4	8	20	Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
3	6	Раздел 3. Плоская задача теории упругости.	24	16	3	3	10	8	20	Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
3	6	Раздел 4. Трёхмерная задача теории упругости.	22	14	2	2	10	8	20	Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
3	6	Раздел 5. Контактные задачи теории упругости.	17	9	3	6	0	8	20	Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
Всего за 6 семестр			108	68	17	17	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	17	17	34	40	100	