

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование, производство и эксплуатация стартовых систем
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
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	
2	3	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	диф. зач.
2	4	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	экз.
ВСЕГО		6	216	102	34	34	34	114	0	0	114	

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: 2025

Программу составили:

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

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Воронов Алексей Сергеевич, преподаватель

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

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Андреев О.В., к.т.н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

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, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

Основных соотношений сопротивления материалов для стержней и стержневых систем;

Основных критериев прочности, жесткости и устойчивости;

умения:

Применять в рамках профессиональной деятельности знания по расчету на прочность, жесткость и устойчивость для расчета и проектирования стержневых систем;

навыки:

Использовать знания и умения, полученные в рамках дисциплины для решения более сложных реальных инженерных задач, связанных с профессиональной деятельностью.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРИКЛАДНЫХ ПАКЕТАХ, ДЕТАЛИ МАШИН, НАДЕЖНОСТЬ СТАРТОВЫХ 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
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, % ОПК-1
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
2	3	Раздел 1. Введение. Основные понятия сопротивления материалов. Прочность, жесткость, устойчивость. Гипотезы сопротивления материалов. Сплошность, упругость, неизменность начальных параметров, изотропность (ортотропность, анизотропность), однородность. Виды деформируемых тел. Стержни, оболочки, пластины, массивы. Уравнения равновесия. Реакции опор. Внутренние силовые факторы. Продольная и поперечные силы. Крутящий и изгибающие моменты. Понятие напряжений. Вектор полных напряжений на площадке. Нормальные и касательные напряжения. Их связь с внутренними силами и моментами.	11	4	4	0	0	7	10
2	3	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней. Внутренние силовые факторы при растяжении-сжатии. Продольная сила. Нормальные напряжения. Условие прочности. Продольные деформации. Продольные перемещения. Закон Гука в интегральной и дифференциальной форме. Учет перепада температуры. Механические испытания материалов. Диаграмма деформирования материала при одноосном растяжении. Характеристики прочности и пластичности. Упругие характеристики материала. Коэффициент Пуассона и Модуль Юнга.	33	18	4	8	6	15	10
2	3	Раздел 3. Кручение стержней. Внутренние силовые факторы при кручении. Крутящий момент. Касательные напряжения при кручении. Характер их распределения по сечению. Геометрические характеристики сечений при кручении. Условие прочности. Угловые деформации. Погонный угол закручивания. Угол закручивания сечений. Закон Гука в дифференциальной и интегральной формах. Испытание материалов на сдвиг. Диаграмма деформирования при сдвиге. Модуль сдвига.	25	10	2	4	4	15	10
2	3	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений. Площадь поперечного сечения. Статические моменты сечений при кручении. Условие прочности. Осевые и центробежные моменты инерции. Переход к новой системе координат. Теорема Штейнера. Центральные оси. Главные оси. Поворот системы координат.	9	4	2	0	2	5	10
2	3	Раздел 5. Изгиб балок. Внутренние силовые факторы при изгибе. Поперечная сила и изгибающий момент. Прямой поперечный изгиб. Внутренние напряжения при изгибе. Их связь с внутренними силами и моментами. Расчет на прочность при изгибе. Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Основное дифференциальное уравнение при изгибе. Перемещения при изгибе. Метод начальных параметров. Расчет на жесткость.	30	15	5	5	5	15	10
Всего за 3 семестр			108	51	17	17	17	57	50
2	4	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем. Внецентренное сжатие. Косой изгиб. Кручение с изгибом. Общий случай сопротивления стержневой системы. Внутренние силовые факторы. Построение эпюр для пространственного и плоско-пространственного бруса. Нормальные и касательные напряжения. Предельное состояние. Гипотезы прочности. Эквивалентные напряжения. Главные напряжения. Круговая диаграмма Мора.	40	22	6	8	8	18	12
2	4	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня. Потенциальная энергия в общем случае нагружения. Теорема Кастильяно. Теорема Лагранжа. Теорема о взаимности работ. Интеграл Мора. Единичные внутренние силовые факторы. Способ Верещагина. Расчет вшитых пружин.	27	12	4	4	4	15	12
2	4	Раздел 8. Статически неопределимые системы. Понятие статической неопределимости стержневой системы. Степень статической неопределимости системы. Метод сил. Каноническое уравнение метода сил. Коэффициент матрицы податливости. Единичные внутренние силы и моменты.	25	10	4	2	4	15	13
2	4	Раздел 9. Устойчивость сжатых стержней. Понятие устойчивости сжатых стержней. Критическая сила потери устойчивости. Формула Эйлера. Различные граничные условия. Коэффициент приведения длины. Гибкость стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Коэффициент понижения допускаемых напряжений. Инженерный метод расчета стержня на устойчивость.	16	7	3	3	1	9	13
Всего за 4 семестр			108	51	17	17	17	57	50
Всего по дисциплине			216	102	34	34	34	114	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.	Определение продольной силы различных стержней	2
2		Расчет на прочность и жесткость стержней при растяжении-сжатии	2
3		Учет температурной нагрузки	2
4	Раздел 3. Кручение стержней.	Расчет валов на прочность и жесткость при кручении	4
5	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.	Расчет геометрических характеристик сложного поперечного сечения	2
6	Раздел 5. Изгиб балок.	Расчет консольной балки на прочность и жесткость	3
7		Расчет шарнирно опертой балки на прочность	2
Всего за 3 семестр			17
8	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	Построение эпюр плоско-пространственного бруса в общем случае нагружения	2
9		Построение эпюр пространственного бруса в общем случае нагружения	2
10		Расчет на прочность пространственного бруса	4
11	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	Определение перемещений в пространственном брус	2
12		Определение перемещений в балке при изгибе методом Мора	2
13	Раздел 8. Статически неопределимые системы.	Раскрытие статической неопределимости балки	1
14		Дважды статически неопределимая рама	3
15	Раздел 9. Устойчивость сжатых стержней.	Устойчивость стержней с различными условиями закрепления	1
Всего за 4 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.	Диаграмма деформирования малоуглеродистой стали при одноосном растяжении	4
2		Упругие характеристики малоуглеродистой стали	4
3	Раздел 3. Кручение стержней.	Диаграмма деформирования малоуглеродистой стали при сдвиге	2
4		Экспериментальное определение модуля сдвига материала	2
5	Раздел 5. Изгиб балок.	Определение нормальных напряжений при чистом изгибе балки	2
6		Перемещения при изгибе	3

Всего за 3 семестр			17
7	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	Напряжения при внецентренном сжатии колонны	4
8		Перемещения при косом изгибе	4
9	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	Определение перемещений в шарнирно опертой балке	4
10	Раздел 8. Статически неопределимые системы.	Перемещения в статически неопределимой балке при изгибе	2
11	Раздел 9. Устойчивость сжатых стержней.	Экспериментальное определение критической силы потери устойчивости сжатого стержня	3
Всего за 4 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение литературы по тематике дисциплины	7
2	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.	Решение индивидуального практического задания	15
3	Раздел 3. Кручение стержней.	Решение индивидуального практического задания	15
4	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.	Изучение литературы по дисциплине	5
5	Раздел 5. Изгиб балок.	Решение индивидуального практического задания	15
Всего за 3 семестр			57
6	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	Выполнение этапов курсовой работы	18
7	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	Изучение литературы по тематике дисциплины	15
8	Раздел 8. Статически неопределимые системы.	Решение индивидуального практического задания	15
9	Раздел 9. Устойчивость сжатых стержней.	Изучение литературы по тематике дисциплины	9
Всего за 4 семестр			57

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
3				ИПЗ	ТекК	ДР	ИПЗ		ТекК	ДР	ИПЗ			Вопр. Экз	ТекК, Вопр.Диф.Зач	ДР	диф. зач.
4						ДР				ДР						ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к экзамену;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- 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, 42 экз.
2. В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
3. Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 60 экз.
4. Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 37 экз.

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:

не требуется.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rflr.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:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Машина разрывная для статических испытаний металлов Р100;
2. Проектор;
3. Интерактивная доска.

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 **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части 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*:

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с прочностью, жесткостью и устойчивостью стержней и стержневых систем. Дисциплина закладывает базис основных понятий, необходимых каждому инженеру в его профессиональной деятельности.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к экзамену;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 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.		
Изучение литературы по тематике дисциплины	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1)	7
Итого по разделу 1		7
Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.		
Решение индивидуального практического задания	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-2) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-2) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1)	15
Итого по разделу 2		15
Раздел 3. Кручение стержней.		
Решение индивидуального практического задания	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-3) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-3) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3)	15
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.		
Изучение литературы по дисциплине	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-4) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-4) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-4)	5
Итого по разделу 4		5
Раздел 5. Изгиб балок.		
Решение индивидуального практического задания	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-5) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-5)	15
Итого по разделу 5		15
Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.		
Выполнение этапов курсовой работы	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-6) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1)	18
Итого по разделу 6		18
Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.		
Изучение литературы по тематике дисциплины	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-7) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-7) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-2)	15
Итого по разделу 7		15
Раздел 8. Статически неопределимые системы.		
Решение индивидуального практического задания	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-8) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-3)	15

Итого по разделу 8		15
Раздел 9. Устойчивость сжатых стержней.		
Изучение литературы по тематике дисциплины	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-9)	9
	В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-4)	
Итого по разделу 9		9

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к экзамену;
- дифференцированный зачет;
- 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 для текущего контроля

Вопросы для текущего контроля успеваемости размещены в УМК дисциплины

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету размещены в УМК дисциплины.

Вопросы охватывают следующие тематики:

1. Внутренние силы и моменты в стержнях и стержневых системах. Внутренние напряжения. Связь напряжений и внутренних сил и моментов;
2. Нормальные напряжения и продольные деформации при растяжении-сжатии. Закон Гука;
3. Поперечные деформации. Коэффициент Пуассона.
4. Диаграмма деформирования малоуглеродистой стали;
5. Правила построения эпюр;
6. Кручение. Чистый сдвиг. Касательные напряжения.
7. Распределение касательных напряжений по круглому и кольцевому поперечному сечению при кручении;
8. Угол закручивания. Закон Гука при кручении;
9. Геометрические характеристики поперечных сечения;
10. Осевые моменты инерции. Теорема Штейнера;
11. Изгиб балок. Изгибающий момент и поперечная сила;
12. Напряжения при чистом и прямом поперечном изгибе;
13. Формула Журавского;
14. Условие прочности при изгибе. Подбор размеров поперечных сечений балок при изгибе;
15. Основное дифференциальное уравнение при изгибе балок. Перемещения при изгибе;
16. Метод начальных параметров.

Индивидуальное практическое задание

Индивидуальное практическое задание выдается обучающимся на практических занятиях. Перечень тематик индивидуальных практических заданий:

1. Расчет стержня при растяжении-сжатии на прочность и жесткость;
2. Расчет стержня при кручении на прочность и жесткость;
3. Расчет балки на прочность и жесткость;
4. Расчет статически неопределимой балки на прочность и жесткость;
5. Расчет статически неопределимой плоской рамы на прочность и жесткость.

Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену размещены в УМК дисциплины.

Вопросы охватывают следующие тематики:

1. Понятие главных напряжений. Соотношения для определения главных напряжений при упрощенном плоском напряженном состоянии и плоском напряженном состоянии.
2. Косой изгиб. Определение. Внутренние силы и моменты при косом изгибе.
3. Внецентренное растяжение-сжатие. Определение. Внутренние силы и моменты при внецентренном растяжении-сжатии.
4. Нормальные напряжения в общем случае сопротивления стержня. Нейтральная линия.
5. Диаграмма Мора. Изображение главных напряжений и напряжений на наклонной площадке.
6. Критерии прочности. Критерий Треска-Сен-Венана
7. Критерии прочности. Критерий Хубера-Мизеса;
8. Теорема Кастильяно;
9. Определение перемещений произвольной стержневой системы с помощью интеграла Мора;
10. Понятие статической неопределимости стержневой системы. Каноническое уравнение метода сил;
11. Формула Эйлера для критической силы потери устойчивости.
12. Формула Ясинского для критической силы потери устойчивости.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет проходит в очном формате в виде тестирования. Результат обучающего по тестированию переводится в 100-бальную шкалу. Оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

"Зачтено-отлично" - более 85%

"Зачтено-хорошо" - 75-85%

"Зачтено-удовлетворительно" - 51-74%

"Не зачтено" - менее 51%

Экзамен

Экзамен проходит в очном формате в виде тестирования. Результат обучающего по тестированию переводится в 100-бальную шкалу. Оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

"Отлично" - более 85%

"Хорошо" - 75-85%

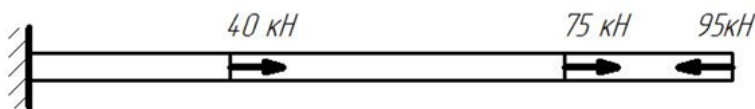
"Удовлетворительно" - 51-74%
"Неудовлетворительно" - менее 51%

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			
2	3	Раздел 1. Введение.	11	4	4	0	0	7	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету
2	3	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.	33	18	4	8	6	15	10	Вопросы для текущего контроля, Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
2	3	Раздел 3. Кручение стержней.	25	10	2	4	4	15	10	Вопросы для текущего контроля, Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
2	3	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.	9	4	2	0	2	5	10	Вопросы для текущего контроля, Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
2	3	Раздел 5. Изгиб балок.	30	15	5	5	5	15	10	Вопросы для текущего контроля, Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 3 семестр			108	51	17	17	17	57	50	
2	4	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	40	22	6	8	8	18	12	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену
2	4	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	27	12	4	4	4	15	12	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену
2	4	Раздел 8. Статически неопределимые системы.	25	10	4	2	4	15	13	Вопросы для текущего контроля, Индивидуальное практическое задание, Вопросы к экзамену
2	4	Раздел 9. Устойчивость сжатых стержней.	16	7	3	3	1	9	13	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену
Всего за 4 семестр			108	51	17	17	17	57	50	
Всего по дисциплине			216	102	34	34	34	114	100	

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

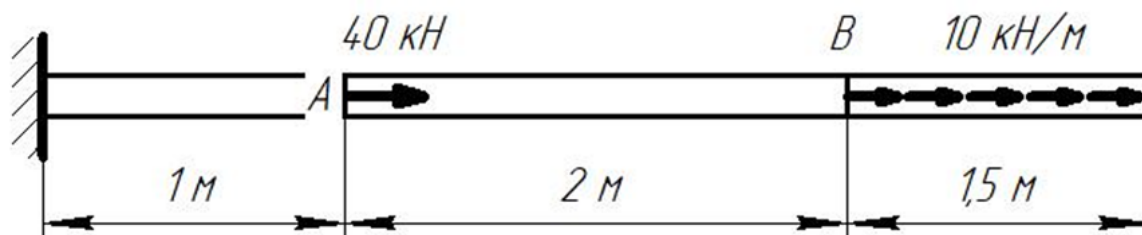
№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Чему равна по абсолютному значению реакция опоры для стержня, представленного на рисунке? Ответ дайте в кН без указания размерности



№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Чему равна продольная сила на участке между точками А и В? Ответ записать без указания размерности



№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте термин и определение

Прочность	Способность конструкций восстанавливать исходную форму равновесия после незначительного отклонения от нее
Устойчивость	Способность материалов воспринимать внешние нагрузки не разрушаясь
Жесткость	Способность материалов сопротивляться внедрению другого материала, не получающего остаточных деформаций
	Способность материалов сопротивляться деформациями под действием внешних нагрузок

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте название гипотезы и ее формулировку

Гипотеза сплошности	Свойства материала одинаковы во все стороны
Гипотеза упругости	Свойства материала одинаковы в каждой точке тела
Гипотеза однородности	Объем тела заполнен материалом без пор и пустот
	Конструкция восстанавливает исходные размеры и форму после снятия внешних нагрузок

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность действий при определении внутренних сил и моментов методом сечений

1. Записать уравнения равновесия;
2. Отбросить часть стержня;
3. Разрезать стержень мысленно плоскостью, перпендикулярной продольной оси стержня;
4. Определить внутренние силовые факторы;
5. Заменить отброшенную часть внутренними силами и моментами

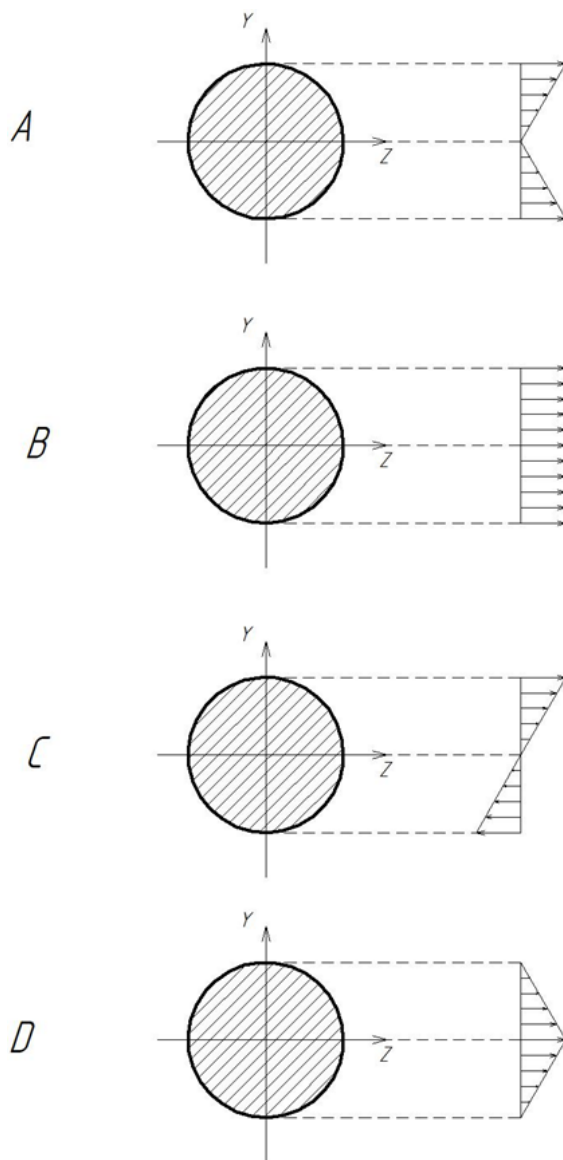
№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность действий при раскрытии статической неопределимости системы методом сил;

1. Определить степень статической неопределимости;
2. Записать каноническое уравнение метода сил и определить его коэффициенты;
3. Составить единичную(ые) схему(ы) и определить единичные внутренние силы и моменты;
4. Составить основную схему путем отбрасывания лишних связей;
5. Составить грузовую схему и определить грузовые внутренние силы и моменты;
6. Определить итоговые (реальные) внутренние силы и моменты;
7. Решить каноническое уравнение метода сил и определить реакции отброшенных связей.

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

На каком из приведенных рисунков верно указано распределение касательных напряжений при кручении?



№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Закон Гука в дифференциальной форме при растяжении-сжатии имеет вид:

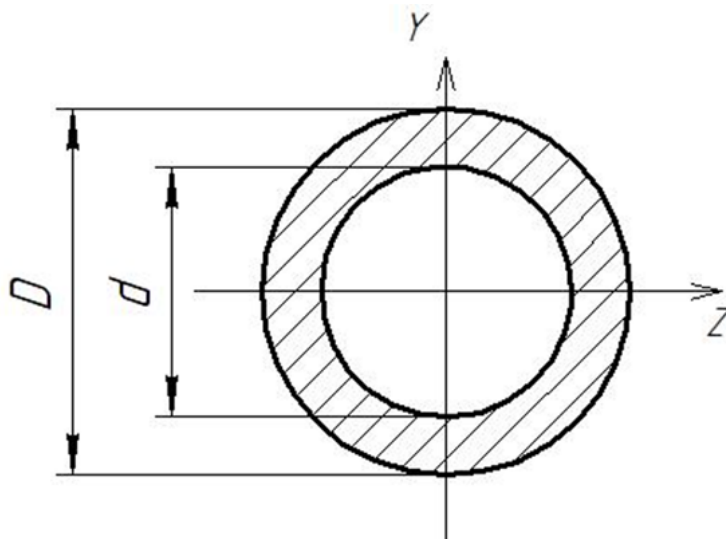
$$\sigma = \frac{\varepsilon}{E}$$

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$\varepsilon = E\sigma$$

$$\varepsilon = \frac{E}{\sigma}$$

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
По какому соотношению определяется полярный момент инерции поперечного сечения, представленного на рисунке?



$$J_r = \frac{\pi D^4}{32} \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right)$$

$$J_r = \frac{\pi D^4}{64} \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right)$$

$$J_r = \frac{\pi D^3}{32} \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right)$$

$$J_r = \frac{\pi D^3}{64} \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right)$$

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Из приведенного списка указать характеристики упругости материала

1. Модуль Юнга;
2. Коэффициент Пуассона;
3. Предел прочности;
4. Условный предел текучести;
5. Относительное остаточное удлинение;
6. Относительное остаточное сужение;

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Из приведенного списка указать характеристики прочности материала

1. Условный предел текучести;
2. Предел прочности;
3. Коэффициент Пуассона;
4. Модуль Юнга;
5. Относительное остаточное сужение;
6. Относительное остаточное удлинение;

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Из приведенного списка указать характеристики пластичности материала

1. Относительное остаточное удлинение;
2. Относительное остаточное сужение;
3. Предел прочности;
4. Модуль Юнга;
5. Условный предел текучести;
6. Коэффициент Пуассона;