

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии проектирования и конструирования ракетных систем
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	НЗ 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. экз.
2	4	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	
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: 2026

Программу составили:

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела
Санников Владимир Антонович, д.т.н., доцент, профессор

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела
Воронов Алексей Сергеевич, преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **НЗ Механика деформируемого твердого тела**

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

A1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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

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: **СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАКЕТОСТРОЕНИИ, КОМПЬЮТЕРНОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ**.

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. Центр тяжести. 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. Правой 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 витых 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.	Учет температурной нагрузки	2
2		Определение продольной силы различных стержней	2
3		Расчет на прочность и жесткость стержней при растяжении-сжатии	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 шарнирно опертой балки на прочность	2
7		Расчет консольной балки на прочность и жесткость	3
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 приведенного раздела	5
5	Раздел 5. Изгиб балок.	Решение индивидуального практического задания	15
Всего за 3 семестр			57
6	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	Выполнение решения задач по тематике практических и лабораторных занятий	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.	Самостоятельная работа по темам практических заданий	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					ТекК, ИПЗ	ДР	ИПЗ		ТекК	ДР		ИПЗ		ТекК	Вопр.Диф.Зач	ДР	диф. зач.
4					ТекК, ИПЗ, Вопр. Экз	ДР			ИПЗ, ТекК	ДР	Вопр. Экз		ИПЗ	Вопр. Экз	ТекК	ДР	

Условные обозначения:

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

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

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

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. Г. Атапин. . Сопротивление материалов. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
3. В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
4. Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников, Н. Р. Туркина. . Моделирование усталостной прочности. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024, эл. рес.
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, 60 экз.
6. 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.
7. П. А. Павлов, Л. К. Паршин, Б. Е. Мельников. . Сопротивление материалов. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. П. А. Степин. . Сопротивление материалов. СПб.: Лань, 2010, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://urait.ru/bcode/585418> — Макаров Е. Г. Сопротивление материалов с использованием вычислительных комплексов — изучать онлайн. «Юрайт»;
2. <https://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://e.lanbook.com/book/493118> — ЭБС Лань.

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:

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 *Н Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Н3 Механика деформируемого твердого тела*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные 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;
- вопросы для текущего контроля;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы к экзамену.

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. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-4) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (2) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников, Н. Р. Туркина. . Моделирование усталостной прочности: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (1-3) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (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 (1-4)	7
Итого по разделу 1		7
Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.		
Решение индивидуального практического задания	П. А. Степин. . Сопротивление материалов: СПб.: Лань, 2010 (3-6) 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 (2-3)	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) 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) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3-7)	15
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.		
Изучение литературы по дисциплине приведенного раздела	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 решения задач по тематике практических и лабораторных занятий	В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-6) В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (5-9) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (6-8)	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 (3-4)	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) П. А. Павлов, Л. К. Паршин, Б. Е. Мельников. . Сопротивление материалов: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (5-7)	15
Итого по разделу 8		15
Раздел 9. Устойчивость сжатых стержней.		
Самостоятельная работа по темам практических заданий	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) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-9)	9
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. 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. Основные факторы хрупкого и пластичного видов разрушения.
7. Критерий Треска-Сен-Венана, примеры.

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.
6. Решения задач на устойчивость.

Для того, чтобы задание считалось принятым, оно должно быть выполнено без существенных ошибок и неточностей

Вопросы к экзамену

1. Критерии прочности. Критерий Хубера-Мизеса;
2. Теоретические основы определения перемещений.
3. Определение перемещений произвольной стержневой системы с помощью интеграла Мора;
4. Понятие статической неопределимости стержневых систем. Каноническое уравнение метода сил;
5. Динамические нагрузки, их виды. Решение уравнения движения одноступенной колебательной системы. Примеры.
6. Формула Эйлера для критической силы потери устойчивости. Примеры решения
7. Формула Ясинского для критической силы потери устойчивости.

Дифференцированный зачет (семестр 3)

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%.

Возможно получение оценки по дисциплине без прохождения дополнительных испытаний по сумме баллов текущего контроля.

Экзамен (семестр 4)

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%

Возможно получение оценки по дисциплине без прохождения дополнительных испытаний по сумме баллов текущего контроля.

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
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
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	

Оценочные материалы по дисциплине СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

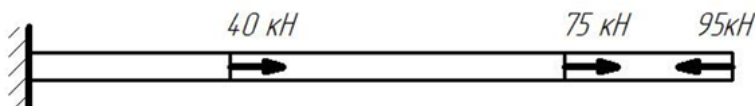
ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

- № 1 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;

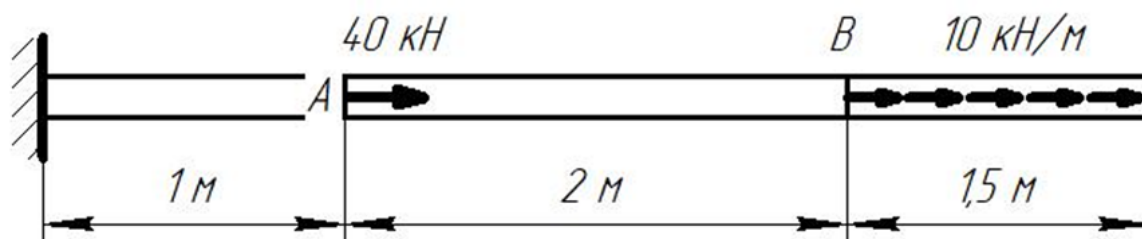
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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



- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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



- № 4 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;

- № 5 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

- № 6 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

- № 7 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

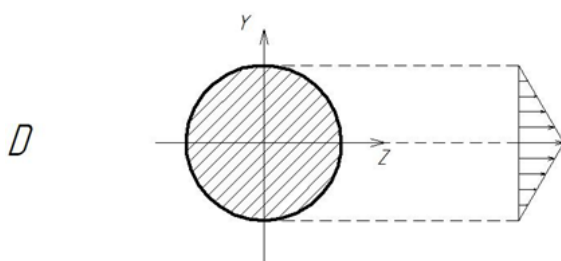
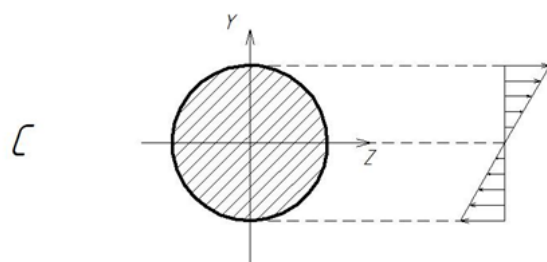
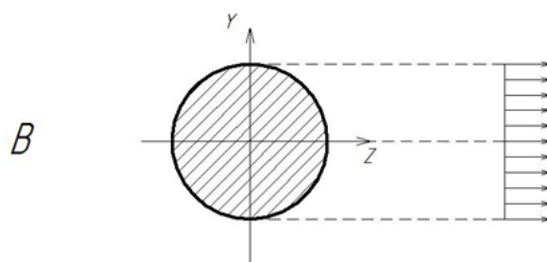
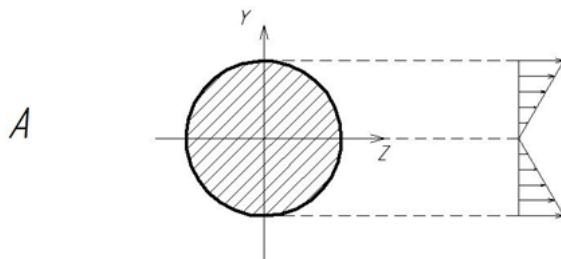
- № 8 Прочитайте текст и установите последовательность

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.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
На каком из приведенных рисунков верно указано распределение касательных напряжений при кручении?



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

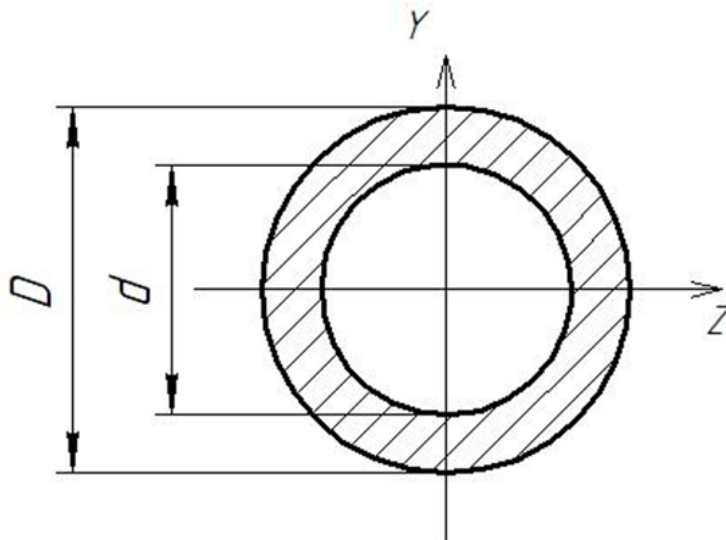
$$\sigma = \frac{\varepsilon}{E}$$

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$\varepsilon = E\sigma$$

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

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



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

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

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

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

№ 12 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;