

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы управления беспилотными летательными аппаратами
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
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	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)

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

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, ассистент

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

А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Петрова И.Л., к.т.н., доц.

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 для решения инженерных задач 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 *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ, ДИНАМИКА КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**.

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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью

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, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1
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. Погоный угол закручивания. Угол закручивания сечений. Закон Гука в дифференциальной и интегральной формах. Испытание материалов на сдвиг. Диаграмма деформирования при сдвиге. Модуль сдвига.	26	11	2	5	4	15	10
2	3	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений. Площадь поперечного сечения. Статические моменты поперечного сечения. 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. 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.	29	14	5	4	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. Гипотезы прочности. Эквивалентные напряжения. Главные напряжения. Круговая диаграмма Мора.	36	18	6	4	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.	32	17	4	9	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.	23	8	4	0	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.	17	8	3	4	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 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		Расчет на прочность вала при кручении с изгибом	2
10		Построение эпюр пространственного бруса в общем случае нагружения	2
11		Расчет на прочность пространственного бруса	2
12	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	Определение перемещений в пространственном брус	2
13		Определение перемещений в балке при изгибе методом Мора	2
14	Раздел 8. Статически неопределимые системы.	Раскрытие статической неопределимости балки	1
15		Дважды статически неопределимая рама	3
16	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	3
4		Экспериментальное определение модуля сдвига материала	2
5	Раздел 5. Изгиб балок.	Определение нормальных напряжений при чистом изгибе балки	4

Всего за 3 семестр			17
6	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	Работа стальной колонны при внецентренном сжатии	4
7	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	Определение перемещений в шарнирно опертой балке	4
8		Определение перемещений при косом изгибе	5
9	Раздел 9. Устойчивость сжатых стержней.	Экспериментальное определение критической силы потери устойчивости сжатого стержня	4
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 индивидуального практического задания	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				ЛР	ИПЗ	ДР	ЛР		ЛР	ДР	ИПЗ		ЛР	ИПЗ		ДР	Вопр. Зач, зач.
4	ЛР				ИПЗ	ДР	ЛР	ЛР	ИПЗ	ДР		ИПЗ		ЛР		ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- 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, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 37 экз.
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.

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/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru/> — 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:

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 *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*. Дисциплина реализуется на факультете *И Робототехника* и инновационная инженерия БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *НЗ 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 для решения инженерных задач 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;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- 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) 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) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1) В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (1-2)	7
Итого по разделу 1		7
Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.		
Решение индивидуального практического задания	В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-2) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (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) 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) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (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 индивидуального практического задания	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (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) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5)	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) 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

	В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5)	
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 к зачету;
- лабораторная работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к экзамену;
- экзамен;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы к зачету

1. Основные допущения сопротивления материалов – сплошность, изотропность, упругость, однородность;
2. Типы нагрузок. Классификации по области приложения, изменяемости во времени, причине возникновения;
3. Понятие внутренних механических напряжений. Определение, единицы измерения. Разложение вектора полных напряжений на компоненты;
4. Внутренние напряжения в стержнях при растяжении-сжатии, кручении и изгибе. Связь с внутренними силовыми факторами;
5. Типы опор и реакции, возникающих в них;
6. Внутренние силовые факторы, возникающие при растяжении-сжатии. Эпюры;
7. Напряжения при растяжении-сжатии. Связь напряжений и продольной силы;
8. Относительная и абсолютная деформации при растяжении-сжатии. Единицы измерения;
9. Связь напряжений и деформаций при растяжении-сжатии. Закон Гука;
10. Поперечная деформация при растяжении-сжатии. Связь продольной и поперечной деформации;
11. Перемещения сечений при растяжении-сжатии. Закон Гука в интегральном виде;
12. Диаграмма деформирования материалов при одноосном растяжении. Общий вид. Диаграмма деформирования малоуглеродистой стали;
13. Характеристики прочности материала;
14. Характеристики пластичности материала;
15. Условие прочности при растяжении-сжатии;
16. Внутренние силовые факторы, возникающие при кручении. Эпюры;
17. Напряжения при кручении. Характер распределения напряжений по поперечному сечению для круглых и кольцевых сечений;
18. Геометрические характеристики поперечных сечений. Полярный момент инерции. Момент сопротивления сечения кручению;
19. Закон Гука при кручении. Дифференциальная и интегральная формы;
20. Условие прочности при кручении. Связь допускаемых напряжений при кручении и при растяжении-сжатии;
21. Статические моменты. Определение;
22. Центр тяжести поперечного сечения;
23. Осевые моменты инерции поперечного сечения. Центробежный момент инерции поперечного сечения;
24. Центральные оси. Переход от произвольных осей к главным. Теорема Штейнера;
25. Главные оси. Определение;
26. Геометрические характеристики стандартных поперечных сечений (прямоугольное, круглое сплошное и кольцевое поперечные сечения).
27. Внутренние силовые факторы, возникающие при изгибе. Эпюры;
28. Чистый изгиб. Напряжения при чистом изгибе. Характер распределения напряжений по поперечному сечению при чистом изгибе;
29. Формула Журавского;
30. Условия прочности при изгибе;
31. Рациональные формы поперечных сечений балок, работающих на изгиб.

Лабораторная работа

Тематики лабораторных работ:

1. Экспериментальное определение диаграммы деформирования малоуглеродистой стали при одноосном растяжении;
2. Экспериментальное определение упругих характеристик материала (малоуглеродистая сталь/оргстекло);
3. Экспериментальное определение диаграммы деформирования малоуглеродистой стали при чистом сдвиге;
4. Экспериментальное определение модуля сдвига малоуглеродистой стали;
5. Напряжения при чистом изгибе;
6. Работа стальной колонны при внецентренном сжатии;
7. Перемещения при плоском изгибе шарнирно-опертой балки;
8. Перемещения при косом изгибе;
9. Критическая сила потери устойчивости;

Для того, чтобы лабораторная работа была принята в ней должны отсутствовать существенные ошибки и неточности. Лабораторная работа защищается каждым обучающимся индивидуально. Под защитой понимается устный ответ на вопросы преподавателя по тематике лабораторной работы. Перечень вопросов размещен в УМК дисциплины.

Индивидуальное практическое задание

Индивидуальное практического 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 плоско-пространственного бруса на прочность;
5. Расчет балки на жесткость;
6. Раскрытие статической неопределимости балки;

Для того, чтобы практическое задание было принято, в нем должны отсутствовать существенные ошибки и неточности

Вопросы к экзамену

1. Частные случаи сложного сопротивления. Внутренние силовые факторы, возникающие в частных случаях;
2. Нейтральная линия. Определение. Уравнение нейтральной линии;
3. Напряженно-деформированное состояние пространственного бруса прямоугольного поперечного сечения. Опасные точки;
4. Теории прочности. 3 и 4 теории прочности для упрощенного плоского напряженного состояния;
5. Основное дифференциальное уравнение при изгибе;
6. Метод начальных параметров;
7. Интеграл Мора;
8. Понятие статической неопределимости;
9. Раскрытие статической неопределимости с помощью интеграла Мора;
10. Каноническое уравнение метода сил;
11. Симметричные рамы;
12. Кососимметричные рамы;
13. Определение устойчивости;
14. Формула Эйлера для критической силы потери устойчивости сжатого стержня;
15. Коэффициент приведения длины. Частные случаи;
16. Пределы применимости формулы Эйлера. Критическая гибкость;
17. Формула Ясинского;
18. Расчет на устойчивость сжатого стержня по коэффициенту понижения допускаемых напряжений.

Экзамен (семестр 4)

Экзамен проходит в формате письменного ответа на вопросы. Каждому обучающемуся предлагается билет из 3-х вопросов.

Критерии оценивания:

Верный ответ на 1 вопрос - "Удовлетворительно"

Верные ответы на 2 вопроса - "Хорошо"

Верные ответы на все 3 вопроса - "Отлично"

В течении семестра действует балльно-рейтинговая система, в соответствии с которой по результатам работы в семестре обучающийся имеет право на получение оценки без сдачи экзамена. Критерии перевода баллов в оценку в соответствии с БРС:

85 - 100 "Отлично"

75 – 84 "Хорошо"

60 - 74 "Удовлетворительно"

менее 60 - «неудовлетворительно»

Зачет (семестр 3)

Зачет проходит в формате письменного ответа на вопросы. Каждому обучающемуся предлагается билет из 3-х вопросов.

Критерии оценивания:

Обучающийся ответил на 2 или 3 любых вопроса - "Зачтено"

Обучающийся ответил на 1 вопрос - "Не зачтено"

В течении семестра действует балльно-рейтинговая система, в соответствии с которой по результатам работы в семестре обучающийся имеет право на получение оценки без сдачи зачета. Критерии перевода баллов в оценку в соответствии с БРС:

60 - 100 «Зачтено»

Менее 60 - "Не зачтено"

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	
2	3	Раздел 1. Введение.	11	4	4	0	0	7	10	Вопросы к зачету
2	3	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.	33	18	4	8	6	15	10	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к зачету, Лабораторная работа
2	3	Раздел 3. Кручение стержней.	26	11	2	5	4	15	10	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к зачету, Лабораторная работа
2	3	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.	9	4	2	0	2	5	10	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 5. Изгиб балок.	29	14	5	4	5	15	10	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к зачету, Лабораторная работа
Всего за 3 семестр			108	51	17	17	17	57	50	
2	4	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	36	18	6	4	8	18	12	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
2	4	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	32	17	4	9	4	15	12	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание, Лабораторная работа
2	4	Раздел 8. Статически неопределимые системы.	23	8	4	0	4	15	13	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к экзамену
2	4	Раздел 9. Устойчивость сжатых стержней.	17	8	3	4	1	9	13	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание, Лабораторная работа
Всего за 4 семестр			108	51	17	17	17	57	50	
Всего по дисциплине			216	102	34	34	34	114	100	

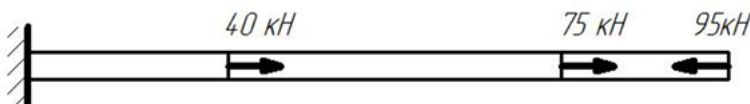
Оценочные материалы по дисциплине СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

- № 1 Прочитайте текст и установите соответствие
Сопоставьте термин и определение

Прочность	Способность конструкций восстанавливать исходную форму равновесия после незначительного отклонения
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

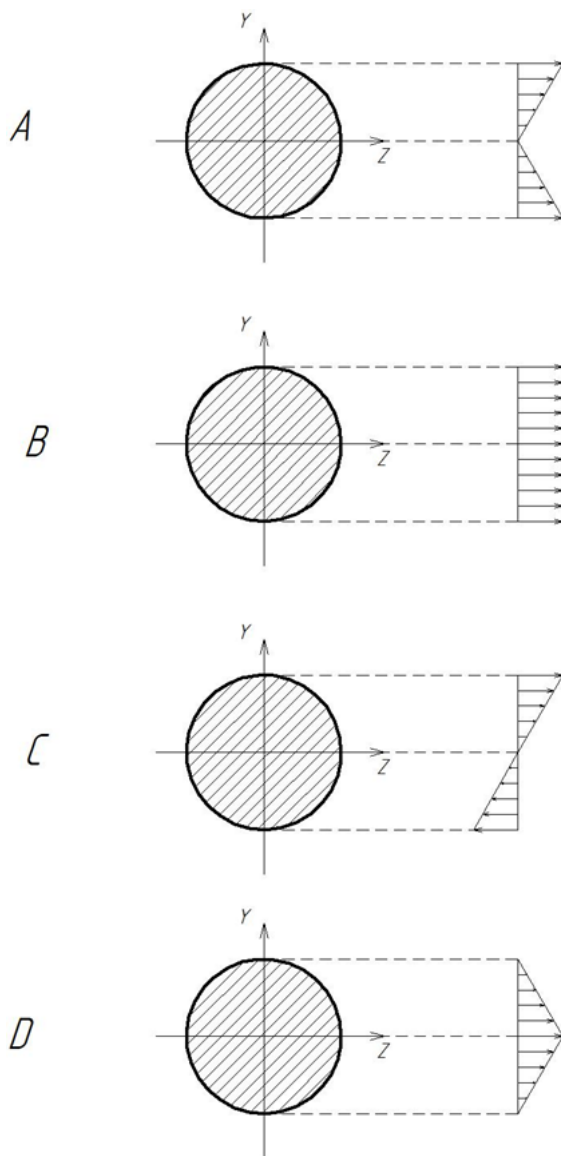
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Чему равна по абсолютному значению реакция опоры для стержня, представленного на рисунке? Ответ дайте в кН без указания размерности



- № 3 Прочитайте текст, 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;

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



№ 5 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

№ 6 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

№ 7 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.

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

Закон Гука в дифференциальной форме при растяжении-сжатии имеет вид:

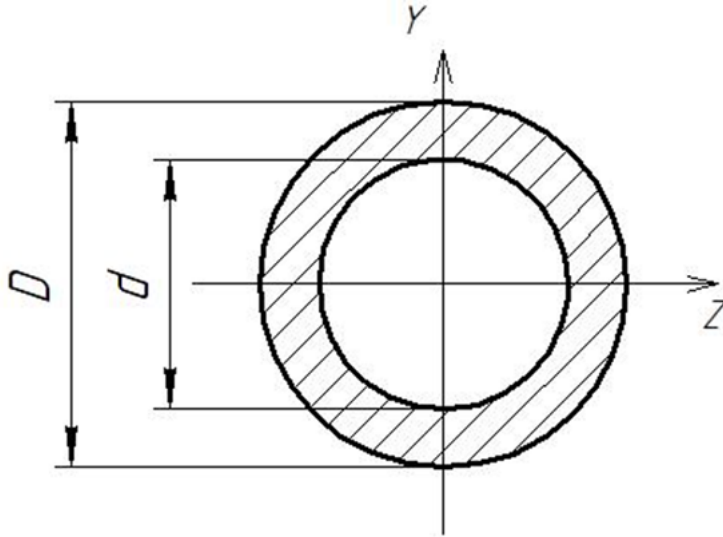
$$\sigma = \frac{\varepsilon}{E}$$

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$\varepsilon = E\sigma$$

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

№ 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 пластичности материала

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

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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

