

Компонент ОПОП 08.03.01 Строительство (ПГС)

наименование ОПОП

Б1.О.25

шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

Сопротивление материалов

Разработчик:

Котов Алексей Алексеевич,
ФИО

доцент каф. СЭиТ
должность

К. Т. Н., ДОЦЕНТ
ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры
Строительства, энергетики и транспорта
наименование кафедры

протокол № 7 от 07.03.2024 г.

Заведующий кафедрой
Строительства, энергетики и транспорта

Челтыбашев А.А.



подпись

**Мурманск
2024**

Пояснительная записка

Объем дисциплины: 8 з. е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	<p>ИД-1_{УК-2} Формулирует в рамках поставленной цели совокупность задач, обеспечивающих ее достижение. ИД-2_{УК-2} Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы, имеющиеся условия, ресурсы и ограничения.</p>	<p>Знать: основные характеристики напряженно-деформированного состояния; механические свойства материалов, используемые в расчетах на прочность, жесткость и устойчивость; классические теории прочности; геометрические характеристики плоских фигур; основы расчета статически неопределимых конструкций; распределение напряжений в стержневых элементах конструкций при различных видах их загрузки; основные положения и принципы обеспечения безопасности элементов строительных конструкций; теоретические основы расчетов на устойчивость.</p>
<p>ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата.</p>	<p>ИД-2_{ОПК-1} Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования ИД-4_{ОПК-1} Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й) ИД-5_{ОПК-1} Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности ИД-6_{ОПК-1} Решение инженерных задач с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии ИД-7_{ОПК-1} Решение уравнений, описывающих основные физические процессы, с применением методов линейной алгебры и математического анализа ИД-8_{ОПК-1} Обработка</p>	<p>Уметь: строить эпюры усилий в стержневых элементах конструкций; осуществлять кинематический и статический анализ простейших конструкций; проверять прочность в точке по известным напряжениям; вычислять геометрические характеристики плоских фигур; определять напряжения в стержнях по известным усилиям; осуществлять подбор сечений и определение грузоподъемности стержневых элементов конструкций; определять перемещения в простейших стержневых конструкциях; выполнять расчеты на устойчивость сжатых стержней.</p> <p>Владеть: умением определить вид нагружения стержня; навыками построения эпюр усилий в стержнях; умением проверить прочность в точке при всех видах НДС; навыками расчета элементов</p>

¹ Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

	<p>расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами ИД-9_{опк-1} Решение инженерно-геометрических задач графическими способами</p>	<p>простейших строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.</p>
--	--	--

2. Содержание дисциплины (модуля).

Тема 1. Введение. Внутренние силы. Напряжение. Понятие о тензоре напряжений. Перемещение. Деформация. Понятие о тензоре деформаций. Стержень как расчетная модель конструкций. Усилия в поперечном сечении стержня. Метод сечений. Интегральная связь между напряжениями и усилиями в поперечном сечении стержня.

Тема 2. Осевое растяжение и сжатие стержней. Напряжения в поперечном сечении стержня при его осевом растяжении (сжатии). Принцип Сен-Венана для стержней. Диаграммы растяжения и сжатия для пластичных материалов, их основные характеристики. Закон Гука. Идеализация диаграмм в практических расчетах. Диаграммы растяжения и сжатия для хрупких материалов, их идеализация в практических расчетах. Условия прочности растянутых и сжатых стержней. Коэффициент запаса.

Тема 3. Исследование напряженно-деформированного состояния и прочности в точке тела. Понятия о линейном, плоском и объемном напряженных состояниях в точке. Напряжения на наклонной площадке в плоском напряженном состоянии. Определение положения главных площадок и величин главных напряжений при плоском напряженном состоянии. Свойство экстремальности главных напряжений и свойство инвариантности суммы нормальных напряжений на двух взаимно перпендикулярных площадках в плоском напряженном состоянии. Графическое представление плоского напряженного состояния. Круг Мора и его применение к анализу плоского НДС. Графическое представление объемного НДС. Максимальное касательное напряжение. Связь между компонентами деформации и компонентами напряжения для линейно упругого однородного изотропного тела (обобщенный закон Гука). Связь между модулем упругости, модулем сдвига и коэффициентом Пуассона. Понятие о прочности при объемном напряженном состоянии. 1-я теория прочности. 2-я теория прочности – теория наибольших относительных удлинений. 3-я теория прочности (пластичности) – теория наибольших касательных напряжений. Полная удельная работа деформации. Удельная работа изменения объема и удельная работа изменения формы. 4-я теория прочности (пластичности) – энергетическая. Теория прочности Мора.

Тема 4. Геометрические характеристики плоских фигур. Статические моменты плоских фигур. Центр тяжести, определение его координат. Центральные оси. Практический способ определения статических моментов. Моменты инерции плоских фигур. Их преобразование при параллельном переносе координатных осей. Преобразование моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси инерции и главные моменты инерции.

Тема 5. Кручение стержней. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Кручение стержня кольцевого поперечного сечения. Понятие о свободном и стесненном кручении. Свободное кручение стержня прямоугольного сечения.

Тема 6. Плоский изгиб. Ограничения, накладываемые на форму стержня и характер нагрузки, обеспечивающие состояние плоского изгиба. Дифференциальные соотношения между распределенной нагрузкой и усилиями в балках и их использование для построения эпюр усилий. Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня при чистом изгибе. Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня при поперечном изгибе. Приближенность применяемой формулы. Касательные напряжения в балках массивного

профиля. Формула Журавского. Распределение касательных напряжений в балках прямоугольного и круглого сечений. Касательные напряжения в балках тонкостенного профиля. Распределение касательных напряжений в двутавровом сечении.

Тема 7. Аналитический метод определения перемещений. Дифференциальное уравнение оси изогнутой балки и его интегрирование в простейших случаях. Составление и интегрирование дифференциального уравнения оси изогнутой балки при сложных нагрузках.

Тема 8. Энергетический метод определения перемещений. Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Энергетический баланс при загрузении твердых тел. Работа и дополнительная работа. Теоремы Лагранжа и Кастильяно. Линейно деформируемые системы. Понятие о физической и геометрической нелинейности. Выражение потенциальной энергии линейно деформируемой системы через внешние силы: теорема Клапейрона. Выражение потенциальной энергии линейно деформируемого стержня через внутренние усилия в стержне. Теорема Кастильяно для линейно деформируемой стержневой системы. Интеграл Мора. Вычисление интеграла Мора способом Верещагина.

Тема 9. Сложные загрузкиения стержня. Напряжения в поперечном сечении стержня в общем случае его загрузкиения. Косой изгиб: напряжения, уравнение нейтральной оси, эпюра нормальных напряжений. Расчет на прочность при косом изгибе стержней круглого, прямоугольного и двутаврового сечений. Внецентренное сжатие: усилия, напряжения, уравнение нейтральной оси. Свойства нейтральной оси. Ядро сечения: определение, свойства, способы построения. Подбор круглого сечения стержня в общем случае его загрузкиения. Подбор прямоугольного сечения стержня в общем случае его загрузкиения.

Тема 10. Устойчивость центрально сжатого стержня. Возможность различных форм равновесных деформированных состояний, понятие об устойчивости. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Критическое напряжение. Граница применимости формулы Эйлера. Полный график зависимости критического напряжения от гибкости стержня. Его аппроксимация для С235. Практический метод расчета на устойчивость центрально сжатого стержня. Коэффициент понижения допускаемых напряжений.

Тема 11. Некоторые частные вопросы сопротивления материалов. Ударное действие нагрузки. Балка на упругом основании. Расчет тонкостенной трубы с учетом внутреннего давления. Чистый изгиб криволинейного стержня.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению расчетно-графических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Александров, А. В. Сопротивление материалов : учебник для студентов вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под ред. А. В. Александрова. – Изд. 4-е, испр. – М. : Высш. шк., 2004. – 559, [1] с. : ил., табл. 2.

2. Котов А.А. Сопротивление материалов. Практикум по решению задач, ч. 1. – Мурманск, Издательство МГТУ, 2016. - 121 с.

3. Котов А.А. Сопротивление материалов. Практикум по решению задач, часть II. – Мурманск, Издательство МГТУ, 2016. 119 с.

Дополнительная литература:

4. Дарков, А. В. Сопротивление материалов : учебник для вузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высш. шк., 1989. – 622 с. : ил.

5. Саргсян, А. Е. Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности. Основы теории с примерами расчетов : учебник для вузов / А. Е. Саргсян. – 3-е изд., испр. – Москва : Высш. шк., 2002. – 286 с.

6. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : учебник для студентов высш. техн. учеб. заведений / В. И. Феодосьев. – 10-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ, 1999. – 590, [1] с. : ил., портр. – (Программа «Интеграция») (Механика в техническом университете : в 8 т. / отв. ред. К. С. Колесников ; т. 2).

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1) *Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»*
- URL: <http://window.edu.ru>

2) *Справочно-правовая система. Консультант Плюс* - URL: <http://www.consultant.ru/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1) *Офисный пакет Microsoft Office 2010*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Курс			Всего часов
	4	5			4	5						
Лекции	32	24		56	20	22		42				
Практические занятия	32	24		56	20	22		42				
Лабораторные работы	-	-		-	-							
Самостоятельная работа	80	60		140	104	64		168				
Подготовка к промежуточной аттестации	-	36		36	-	36		36				
Всего часов по дисциплине	144	144		288	144	144		288				
/ из них в форме практической подготовки	32	24		56	20	22		42				

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	-	экз		экз	-	экз		экз				
Зачет/зачет оценкой	зач	-		зач	зач	-		зач				
Курсовая работа (проект)	-	-		-	-	-		-				
Количество расчетно-графических работ	1	1		2	1	1		2				
Количество эссе	-	-		-	-	-		-				

Перечень лабораторных работ по формам обучения²

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	Очная форма
1	<i>Не предусмотрены</i>
2	
	Заочная форма
1	<i>Не предусмотрены</i>
2	

Перечень практических занятий по формам обучения³

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
1	Тема 2. Осевое растяжение и сжатие стержней.
2	Тема 3. Исследование напряженно-деформированного состояния и прочности в точке тела.
3	Тема 5. Кручение стержней.
4	Тема 6. Плоский изгиб.
5	Тема 7. Аналитический метод определения перемещений.
6	Тема 8. Энергетический метод определения перемещений.
7	Тема 9. Сложные загрузки стержня.
8	Тема 10. Устойчивость центрально сжатого стержня.
	Очно-заочная форма
1	Тема 2. Осевое растяжение и сжатие стержней.
2	Тема 3. Исследование напряженно-деформированного состояния и прочности в точке тела.
3	Тема 5. Кручение стержней.
4	Тема 6. Плоский изгиб.
5	Тема 7. Аналитический метод определения перемещений.
6	Тема 8. Энергетический метод определения перемещений.
7	Тема 9. Сложные загрузки стержня.
8	Тема 10. Устойчивость центрально сжатого стержня.

№ п/п	Темы курсовой работы /проекта
1	2
1	<i>НЕ ПРЕДУСМОТРЕНЫ</i>
2	
3	

² Если лабораторные работы не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

³ Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

