

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Документ подписан простым электронным подписью
 Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 ФИО: Крюков Вадим Николаевич высшего образования
 Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
 Дата подписания: 22.09.2026 13:16:48 «Заполярье» государственный университет им. Н.М. Федоровского»
 Уникальный программный ключ: (ЗГУ)
 1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по ОД и МП
 _____ Крюков В.Н.

МЕХАНИКА: Сопротивление материалов

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Разработка месторождений полезных ископаемых**
 Учебный план 21.05.04_спец_оч-заоч_ГД-2026.plx
 Специальность: Горное дело
 Квалификация **Горный инженер (специалист)**
 Форма обучения **очно-заочная**
 Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216
 в том числе:
 аудиторные занятия 54
 самостоятельная работа 126
 часов на контроль 36
 Виды контроля в семестрах:
 экзамены 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Лабораторные	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	126	126	126	126
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Рабочая программа дисциплины

Сопротивление материалов

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

составлена на основании учебного плана:

Специальность: Горное дело

утвержденного учёным советом вуза от

протокол №

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Разработка месторождений полезных ископаемых

Протокол от г. №

Срок действия программы: уч.г.

И.о. зав. кафедрой к.т.н., доцент Дарбинян Т.П.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Дарбинян Т.П. _____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Разработка месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 2027 г. № ____
И.о. зав. кафедрой к.т.н., доцент Дарбинян Т.П.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Дарбинян Т.П. _____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Разработка месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 2028 г. № ____
И.о. зав. кафедрой к.т.н., доцент Дарбинян Т.П.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Дарбинян Т.П. _____ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Разработка месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 2029 г. № ____
И.о. зав. кафедрой к.т.н., доцент Дарбинян Т.П.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Дарбинян Т.П. _____ 2030 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

Разработка месторождений полезных ископаемых

Протокол от _____ 2030 г. № ____
И.о. зав. кафедрой к.т.н., доцент Дарбинян Т.П.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- **Формирование фундаментальных инженерных знаний** о принципах оценки прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций горношахтного оборудования и подземных сооружений при различных видах деформаций.
- **Освоение методов расчета напряженно-деформированного состояния (НДС)** простых и сложных стержневых систем при центральном растяжении-сжатии, сдвиге, кручении, прямом и сложном изгибе.
- **Изучение механических характеристик материалов** (пластичных, хрупких и анизотропных) на основе анализа диаграмм деформирования и разрушения образцов.
- **Применение классических гипотез прочности** и методов механики деформируемого твердого тела для прогнозирования предельных состояний вмещающих горных пород и несущих элементов крепи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О.08
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Высшая математика	
2.1.2	Физика	
2.1.3	Теоретическая механика	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Геомеханика / Механика подземных сооружений	
2.2.2	Горные машины и оборудование	
2.2.3	Основы горного дела и Проектирование горных предприятий.	
2.2.4	Выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР)	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-6.1: Систематизирует методы предельного напряженного состояния массива горных пород

ОПК-6.2: Владеет инженерными и технологическими методами управления геомеханическими процессами

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать: допущения о свойствах материалов, законы Гука при различных деформациях, диаграммы прочности сталей, меди, чугуна и дерева, формулу Эйлера и Ясинского, динамические и усталостные факторы разрушения.
3.2	Уметь: применять метод сечений, рассчитывать заклепочные и сварные соединения на срез и смятие, вычислять критические силы и строить кривые Веллера.
3.3	Владеть: навыками численного и экспериментального анализа деформируемого состояния, работы с нормативными коэффициентами продольного изгиба и динамическими коэффициентами.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1 Основные понятия статики деформируемого тела. Растяжение, сжатие и сдвиг	3	42	ОПК-6.1, ОПК-6.2	Л1.1, Л1.3, Э1		3 семестр
1.1	Предмет дисциплины. Гипотезы о свойствах материалов и деформациях стержней. Метод сечений, внутренние усилия, эпюры и напряжения. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.1, Э1		
1.2	Центральное растяжение и сжатие. Напряжения в сечениях, закон Гука, модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Условия прочности и жесткости. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.1, Э1		
1.3	Деформация сдвига (среза) и чистый сдвиг. Напряжения и деформации. Модуль упругости второго рода. Закон Гука при сдвиге. /Лек/	3	2	ОПК-6.2	Л1.1, Л1.3		
1.4	ЛР №1: Испытание малоуглеродистой стали на растяжение. Построение диаграммы σ - ϵ , определение пределов текучести и прочности. /Лаб/	3	2	ОПК-6.2	Л1.3, Л1.4		Лабораторная

1.5	ЛР №2: Испытание хрупких (чугун) и анизотропных (дерево) материалов на сжатие. Анализ характера разрушения образцов. /Лаб/	3	2	ОПК-6.2	Л1.3, Л1.4		Лабораторная
1.6	Построение эпюр продольных сил и расчет напряжений в ступенчатых и конических стержнях. Проверочные расчеты на прочность. /Пр/	3	2	ОПК-6.1	Л1.1, Л1.4		Практикум
1.7	Расчет заклепочных, болтовых и сварных соединений элементов шахтных конструкций на срез, смятие и разрыв листов. /Пр/	3	2	ОПК-6.2	Л1.1, Л1.4		Практикум
1.8	Самостоятельная работа: Проработка теоретического материала по диаграммам пластичных и хрупких сред, явлению наклепа. Подготовка к ЛР. /Ср/	3	28	ОПК-6.1	Л1.1, Л1.3		СР
	Раздел 2 Геометрические характеристики сечений и деформация кручения	3	34	ОПК-6.1, ОПК-6.2	Л1.1, Л1.4, Э2, Э3		3 семестр
2.1	Геометрические характеристики плоских сечений. Статические моменты, центробежные, осевые и полярные моменты инерции. Главные оси. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.1, Э2		
2.2	Кручение стержней круглого сечения. Крутящий момент, метод сечений, эпюры. Распределение касательных напряжений, условия прочности. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.1, Э3		
2.3	ЛР №3: Испытание стального вала на кручение в упругой зоне. Определение модуля сдвига и проверка закона Гука. /Лаб/	3	2	ОПК-6.2	Л1.3, Л1.4		Лабораторная
2.4	Расчет положения центра тяжести и моментов инерции сложных составных сечений (швеллеры, двутавры, уголки) при параллельном переносе осей. /Пр/	3	2	ОПК-6.1	Л1.1, Л1.4		Практикум
2.5	Расчет и проектирование валов круглого и кольцевого сечений при кручении. Статически неопределимые задачи кручения валов. /Пр/	3	2	ОПК-6.2	Л1.1, Л1.4		Практикум
2.6	Самостоятельная работа: Расчет главных моментов инерции профилей крепей, составление уравнений совместности деформаций при кручении. /Ср/	3	24	ОПК-6.1	Л1.1, Э2		СР
	Раздел 3 Изгиб прямых стержней и определение перемещений в упругих системах	3	44	ОПК-6.1, ОПК-6.2	Л1.2, Л1.4, Э1-Э4		3 семестр
3.1	Изгиб балок. Прямой, косой, чистый и поперечный изгиб. Внутренние усилия Q_y , M_x , правила знаков, дифференциальные зависимости Журавского. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.2, Э1		
3.2	Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Опасные точки. Определение линейных и угловых перемещений: метод начальных параметров. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.2, Э3		
3.3	Энергетические методы: интеграл Мора. Графический способ перемножения эпюр по правилу Верещагина. Формула Симпсона. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.2, Э4		
3.4	ЛР №4: Прямой поперечный изгиб балки. Измерение прогибов индикаторами часового типа и сопоставление с теоретическим расчетом. /Лаб/	3	2	ОПК-6.2	Л1.3, Л1.4		Лабораторная
3.5	Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов для балок на двух опорах и консолей. Проверка по дифференциальным зависимостям. /Пр/	3	4	ОПК-6.1	Л1.2, Л1.4		Практикум

3.6	Расчет балок на прочность по нормальным напряжениям. Выбор рациональных сечений. Определение прогибов методом Верещагина. /Пр/	3	2	ОПК-6.2	Л1.2, Л1.4		Практикум
3.7	Самостоятельная работа: Выполнение расчетно-графических заданий по построению сложных эпюр моментов и интегрированию осей изогнутых балок. /Ср/	3	30	ОПК-6.1	Л1.2, Э1		СР
	Раздел 4 Теория напряженного состояния, сложное сопротивление и устойчивость стержней	3	44	ОПК-6.1, ОПК-6.2	Л1.2, Л1.5, Л2.4, Э1-Э4		3 семестр
4.1	Напряженное состояние в точке. Главные площадки и главные напряжения. Обобщенный закон Гука. Классические гипотезы прочности. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.2, Л1.5		
4.2	Сложное сопротивление: косой изгиб, внецентренное сжатие-растяжение (ядро сечения), совместный изгиб с кручением валов. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.2, Л1.5		
4.3	Устойчивость сжатых стержней. Критическая сила, формула Эйлера и границы её применимости. Гибкость. Формула Ясинского. /Лек/	3	2	ОПК-6.2	Л1.2, Л2.4		
4.4	ЛР №5: Проверка устойчивости продольно сжатых стержней различной гибкости. Определение экспериментальной критической силы. /Лаб/	3	2	ОПК-6.2	Л1.3, Л1.4		Лабораторная
4.5	Проектировочный расчет валов при совместном действии изгиба и кручения по третьей (Треска) и четвертой (Мизеса) теориям прочности. /Пр/	3	2	ОПК-6.1	Л1.2, Л1.4		Практикум
4.6	Расчет сжатых стоек крепей на устойчивость с использованием коэффициентов продольного изгиба ф. Подбор сечений. /Пр/	3	2	ОПК-6.2	Л1.2, Л1.4		Практикум
4.7	Самостоятельная работа: Построение контуров ядер сечений, расчет эквивалентных напряжений и подбор стоек по условиям устойчивости. /Ср/	3	32	ОПК-6.2	Л1.2, Л2.4		СР
	Раздел 5 Статически неопределимые системы, динамические и циклические нагрузки	3	18	ОПК-6.1, ОПК-6.2	Л1.2, Л1.4, Л2.2, Э1-Э4		3 семестр
5.1	Статически неопределимые стержневые рамные системы. Метод сил. Канонические уравнения, вычисление коэффициентов. Неразрезные балки. /Лек/	3	2	ОПК-6.1	Л1.2, Э1		
5.2	Динамические нагрузки. Принцип Даламбера. Подъем грузов с ускорением. Расчет на удар. Усталостное разрушение, кривая Веллера. /Лек/	3	2	ОПК-6.2	Л1.2, Л2.2		
5.3	ЛР №6: Испытание стальных образцов на усталостную прочность при циклическом знакопеременном изгибе. /Лаб/	3	2	ОПК-6.2	Л1.3, Л1.4		Лабораторная
5.4	Раскрытие статической неопределимости простейших рам методом сил. Построение окончательных эпюр моментов. /Пр/	3	2	ОПК-6.1	Л1.2, Л1.4		Практикум
5.5	Расчет динамических коэффициентов и проверочные расчеты на прочность элементов шахтного подъема при ударе и ускоренном перемещении. /Пр/	3	2	ОПК-6.2	Л1.2, Л1.4		Практикум
5.6	Самостоятельная работа: Составление канонических уравнений метода сил, расчет систем с учетом факторов концентрации напряжений. /Ср/	3	8	ОПК-6.1	Л1.2, Л2.2		СР

	Часы на контроль (Подготовка к экзамену и сдача устного экзамена по билетам)	3	36				Экзамен
--	--	---	----	--	--	--	---------

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Введение в курс «Сопротивление материалов»

1. Что изучает дисциплина «Сопротивление материалов».
2. Три группы элементов конструкций: стержень, пластина и оболочка и массивные тела.
3. Моделирование элементов конструкций и деталей машин. Что такое расчетная схема. Какие внешние воздействия бывают, как изображают силовые воздействия на схеме.
4. Моделирование материала. Основные гипотезы (допущения) о свойствах материалов деформируемых твердых тел.
5. Моделирование деформации. Назовите основные гипотезы (допущения) о характере деформирования стержней.
6. В чем заключается принцип суперпозиций (независимости действия сил) и Сен-Венана.
7. Раскройте основные понятия сопротивления материалов: прочность, жесткость, устойчивость.
8. Что такое внутренняя сила в сопротивлении материалов. Какие внутренние усилия бывают. Метод определения внутренних усилий. Его идея (в чем заключается). Что такое эпюра внутреннего усилия.
9. Что такое напряжение в точке сечения стержня. Запишите выражения внутренних усилий через нормальные и касательные напряжения.
10. Что такое деформация тела. Виды деформации. Какие деформации бывают.

Центральное растяжение и сжатие прямого стержня

1. Какие внутренние усилия возникают при растяжении-сжатии.
2. Записать формулы для определения напряжений в поперечных и наклонных сечениях бруса при растяжении – сжатии.
3. Записать закон парности касательных напряжений.
4. Показать вид эпюры напряжений при растяжении – сжатии.
5. Какие деформации возникают при растяжении и сжатии. Коэффициент Пуассона.
6. Математическая запись закона Гука. Что характеризует модуль упругости первого рода (модуль Юнга). Его физический и графический смысл. Жесткость и податливость при растяжении и сжатии.
7. Что такое допускаемое напряжение, коэффициент запаса прочности.
8. Записать условие прочности при растяжении-сжатии для хрупких материалов.
9. Записать условие прочности и жесткости при растяжении-сжатии для пластичных материалов.
10. Показать три основных вида задач при расчетах на прочность.

Геометрические характеристики поперечных сечений стержней

1. Для чего вычисляют геометрические характеристики сечений.
2. Записать формулы для определения статических моментов и центра тяжести площади.
3. Как вычисляются осевые, полярные и центробежные моменты инерции площади (прямоугольника, круга, треугольника).
4. Как вычислить момент инерции плоских сечений при параллельном переносе координатных осей.
5. Как вычислить момент инерции плоских сечений при повороте координатных осей.
6. Формулы для определения главных моментов инерции и положения главных осей.
7. Расскажите порядок вычисления моментов инерции сложных сечений.
8. Что такое момент сопротивления сечения, где его используют.

Механические характеристики материала

1. Какие испытания проводятся для определения характеристик материала. Перечислить механические характеристики материала.
2. Перечислить зоны на диаграмме растяжения малоуглеродистой стали. Описать поведение материала в каждой зоне. Показать эскиз разрушенного образца из малоуглеродистой стали
3. Что такое наклеп. Показать на диаграмме.
4. Показать график растяжения стали в осях $\sigma - \epsilon$. Отметить характеристики прочности материала. Их единицы измерения.
5. Записать формулу для определения предела пропорциональности. Дать определение.
6. Записать формулу для определения предела упругости. Дать определение.
7. Записать формулу для определения предела текучести. Дать определение.
8. Записать формулу для определения предела прочности. Дать определение.
9. Записать формулы для определения характеристик пластичности. Дать определение.
10. Выделить на диаграмме долю упругой и остаточной деформаций. Дать определение.
11. Показать диаграммы сжатия и растяжения хрупкого материала (на примере чугуна). Какие характеристики прочности определяются при испытании, описать поведение материала. Показать эскиз разрушенного образца.
12. Показать диаграмму сжатия пластичного материала (на примере меди). Какие характеристики прочности определяются при испытании, описать поведение материала. Показать эскиз разрушенного образца.
13. Показать диаграмму сжатия анизотропного материала (на примере дерева). Какие характеристики прочности определяются при испытании, описать поведение материала. Показать эскизы разрушенного образца при испытании вдоль и поперек волокна.
14. Какое напряжение называют допускаемым. Формула для его вычисления. Допускаемое напряжение для хрупкого и пластичного материала.

Сдвиг (срез). Кручение стержня круглого сечения

1. Какой вид деформации называется сдвиг (срез). Какие возникают внутренние усилия.
2. Какие напряжения возникают при сдвиге (срезе) в поперечном сечении стержня. Как их вычислить.

3. Какие деформации возникают при сдвиге (срезе). Формулы для их определения. Показать математическую запись закона Гука при сдвиге.
4. Дать характеристику модуля упругости второго рода (модуль сдвига). Его физический смысл. Единицы измерения. Жесткость и податливость при чистом сдвиге.
5. Записать зависимость между модулями упругости первого и второго рода и коэффициентом Пуассона.
6. Условие прочности при сдвиге (срезе) (запись через допускаемое напряжение и через коэффициент запаса).
7. Виды расчетов на прочность заклепочного соединения.
8. Расчет заклепочного соединения на срез (на примере).
9. Расчет заклепочного соединения на смятие (на примере).
10. Расчет заклепочного соединения на разрыв соединяемых листов (на примере).

Кручение стержня круглого сечения

1. Какой вид деформации называется кручением.
2. Какие внутренние усилия возникают при кручении. Как их определить (метод). Правило знаков для внутреннего усилия. Построение эпюры крутящего момента. Правила проверки правильности построения эпюр.
3. Какие напряжения возникают при кручении в поперечном сечении стержня. Как их вычислить. Опасные точки, напряжения в них. Распределение напряжений в поперечном сечении вала (эпюра напряжений).
4. Какие деформации возникают при кручении. Формулы для их определения.
5. Запись закона Гука при кручении в деформациях и напряжениях. Модуль сдвига. Его физический смысл. Единицы измерения модуля сдвига. Формула, которая связывает характеристики упругости материала. Жесткость при кручении.
6. Записать условия прочности и жесткости при скручивании бруса круглого сечения.
7. Расчет валов на прочность и жесткость. Виды расчетов на прочность (проектировочный и проверочный).
8. Статически неопределимые задачи при кручении. Порядок решения. Уравнение совместности деформаций.

Изгиб прямых стержней

1. Виды изгиба. Прямой и косой изгиб. Чистый и поперечный изгиб.
2. Какой вид деформации называется прямой поперечный изгиб.
3. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях балок при изгибе. Дать определение. Как их определить (метод). Правило знаков для внутреннего усилия. Построение эпюр внутренних усилий.
4. Правила проверки правильности построения эпюр. Записать дифференциальные зависимости Журавского.
5. Какие напряжения возникают при прямом поперечном изгибе в поперечном сечении стержня. Как их вычислить. Опасные точки, напряжения в них. Эпюры касательных и нормальных напряжений.
6. Какие деформации возникают при прямом поперечном изгибе. Формулы для их определения. Записать закон Гука, жесткость балки при изгибе.
7. Сформулировать условие прочности при изгибе. Три вида задач.
8. Расчет балок на прочность.

Определение перемещений в упругих системах

1. Запись дифференциального уравнения изогнутой оси балки (приближенное). Метод непосредственного интегрирования дифференциального уравнения. Значения перемещений для граничных условий. Метод начальных параметров. Порядок определения перемещений с помощью непосредственного интегрирования дифференциального уравнения, метода начальных параметров.
2. Запись интеграла Мора. Какие составляющие интеграла используют при разных видах деформации. Где применяют.
3. Формулировка правила Верещагина. Где применяют. Показать на примере. Формула Симпсона для перемножения трапеций.

5.1.2. Контрольные вопросы к экзамену

Основы теории напряженного и деформированного состояния. Гипотезы прочности

1. Что такое напряженное состояние в точке. Виды напряженного состояния.
2. Как определить главные напряжения и положения главных площадок при линейном напряженном состоянии.
3. Записать формулы для удельной потенциальной энергии. Энергия изменения объема и энергия изменения формы.
4. Как определить главные напряжения и положения главных площадок при плоском напряженном состоянии.
5. Записать формулы для определения наибольших касательных напряжений и площадок сдвига.
6. Записать обобщенный закон Гука.
7. Понятие об эквивалентном напряжении и о равноопасных напряженных состояниях.
8. Перечислить и записать основные гипотезы прочности материала.

Сложное сопротивление стержня

1. Виды сложного сопротивления. Задачи сложного сопротивления.
2. Косой изгиб. Какие внутренние усилия и напряжения возникают, их эпюры. Определение положения силовой плоскости действия полного момента, нулевой линии (оси). Что такое нейтральная ось. Какие точки сечения называют опасными. Как проводится расчет на прочность. Определение перемещений при косом изгибе.
3. Внецентренное сжатие или растяжение. Какие внутренние усилия и напряжения возникают. Формула для определения напряжения в точке. Правило знаков. Какие точки сечения называют опасными. Положение нулевой линии. Эпюра нормальных напряжений. Что такое ядро сечения, определение его границ. Расчет на прочность.
4. Изгиб и кручение. Внутренние усилия и их эпюры. Какие деформации вала вызывает окружающая сила, осевая сила, радиальная сила. Какие точки сечения называют опасными. Эпюры нормальных и касательных напряжений в опасных точках. Как выбирается опасное сечение вала. Определение эквивалентных напряжений по третьей и четвертой гипотезам прочности. Первая и вторая гипотезы прочности. Проектировочный расчет на прочность.

Статически неопределимые системы. Метод сил.

1. Раскрыть понятие о степенях свободы и связях. Какие связи называют необходимыми и дополнительными (лишними). Вычисление степени статической неопределимости. Как раскрыть статическую неопределимость системы.
2. Перечислить порядок расчета простейших статически неопределимых стержневых систем методом сил. Какая система называется основной системой метода сил (требования, способы формирования). Каноническая форма записи условий совместности деформаций для раскрытия статической неопределимости (каноническое уравнение). Физический смысл коэффициентов, свободных членов канонических уравнений, их определение. Статическая и деформационная проверки. Построение действительных эпюр внутренних усилий.
3. Уравнение трех моментов. Физический смысл уравнения. Определение степени статической неопределимости. Как задается основная система для уравнения трех моментов. Порядок расчета неразрезных балок.

Устойчивость сжатых стержней

1. Раскрыть понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критическая сила. Для каких элементов выполняют расчет на устойчивость. В чем он заключается.
2. Устойчивость прямолинейной формы равновесия сжатых стержней в упругой стадии. Записать формулу Эйлера, пределы ее применимости. Раскрыть понятие о гибкости и приведенной длине стержня, влияние различных случаев опорных закреплений стержней.
3. Как происходит потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Запись формулы Энгессера – Ясинского для определения критической силы. График зависимости критических напряжений от гибкости стержня. Понятие предельной гибкости стержня.
4. Как выполняют практические расчеты сжатых стержней на устойчивость. Записать условие устойчивости формы равновесия сжатого стержня. Что показывает коэффициент снижения основного допускаемого напряжения (коэффициент продольного изгиба), от чего зависит. Определение несущей способности стержня.

Действие динамических нагрузок

1. Перечислить виды динамических нагрузок. Что показывает динамический коэффициент. Какие существуют методы расчета на динамические нагрузки (принцип Даламбера). Определение динамических напряжений.
2. Определение динамического коэффициента при подъеме-опускании или вращении элементов конструкций с ускорением. Показать эпюры внутренних усилий.
3. Основные понятия о свободных и вынужденных колебаниях упругих систем с одной степенью свободы. Период (частота) колебаний. Динамический коэффициент. Что такое резонанс, методы борьбы. Определение напряжений при вибрационной нагрузке (расчет рамы под двигателем).
4. Расчеты на удар. Динамический коэффициент. Расчет на прочность при ударе.

Действие периодически изменяющихся нагрузок

1. Понятие об усталостном разрушении элементов конструкций и деталей машин. Возникновение и развитие усталостных повреждений. Механизм усталостного разрушения. Классификация режимов циклических нагрузок и напряжений. Основные характеристики цикла.
2. Предел выносливости. Кривая Вёллера. Факторы, влияющие на выносливость: концентрация напряжений, масштабный эффект, качество обработки поверхности, коэффициент асимметрии цикла. Эффективные коэффициенты концентрации напряжений.
3. Выносливость при совместном циклическом изгибе и кручении. Определение коэффициента запаса усталостной прочности.
4. Диаграмма напряжений.

5.2. Темы письменных работ

1. РГЗ №1: Расчет на прочность и жесткость статически определимого ступенчатого стержня при растяжении-сжатии.
2. РГЗ №2: Геометрические характеристики поперечных сечений составных балок и профилей крепей.
3. РГЗ №3: Расчет стального ступенчатого вала круглого сечения на прочность и жесткость при деформации кручения.
4. РГЗ №4: Построение эпюр внутренних усилий и подбор сечений двух опорных балок при прямом поперечном изгибе.
5. РГЗ №5: Расчет ступенчатого трансмиссионного вала при совместном действии изгиба и кручения по гипотезам прочности.
6. РГЗ №6: Расчет продольно сжатых стоек рамной шахтной крепи на устойчивость.

5.3. Фонд оценочных средств

ФОС расположен в разделе «Сведения об образовательной организации» подраздел «Образование» официального сайта ЗГУ <http://polaruniversity.ru/sveden/education/eduop/>

5.4. Перечень видов оценочных средств

Для контроля освоения дисциплины предусмотрен текущий контроль знаний и промежуточная аттестация. Текущий контроль проводится в виде письменного опроса (проверочная работа) и тестирования по темам занятий. Оценочные средства для письменного опроса – контрольные вопросы по темам дисциплины. Оценочные средства для тестирования – Тест первого типа: тестовое задание по теме содержит 5 вопросов. Промежуточная аттестация – экзамен. Оценочные средства: для экзамена – экзаменационный билет, который содержит теоретические вопросы (проверка категории «знать») и задачи (проверка категорий «уметь» и «владеть»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Феодосьев В. И.	Сопротивление материалов: учебник для вузов.	М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018.	45
Л1.2	Александров А. В., Потапов В. Д.	Сопротивление материалов: учебник для технических специальностей вузов.	М.: Высшая школа, 2016.	35
Л1.3	Дарбинян Т. П.	Лабораторный практикум по сопротивлению материалов деформируемых элементов горношахтного оборудования.	Норильск: ЗГУ, 2024.	30
Л1.4	Дарбинян Т.П.	Расчет на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов упругих систем: методические указания к практическим занятиям.	Норильск: ЗГУ, 2025.	15
Л1.5	Кармановская Н. В.	Механика сплошных сред и основы теории упругости при расчете несущих элементов конструкций.	Норильск: ЗГУ, 2023.	12

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Писаренко Г. С.	Справочник по сопротивлению материалов.	Киев: Наукова думка, 2014.	10
Л2.2	Беляев Н. М.	Сборник задач по сопротивлению материалов.	М.: Альянс, 2015.	15
Л2.3	Анурьев В. И.	Справочник конструктора-машиностроителя (раздел геометрических характеристик и прочности соединений).	М.: Машиностроение, 2012.	8
Л2.4	Ростехнадзор РФ.	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» (инструкции по расчету стальных крепей).	М.: Ростехнадзор, 2023.	5

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Онлайн платформа ЗГУ (https://learn.norvuz.ru/)
Э2	Электронная библиотека ЗГУ (http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp)
Э3	Электронно-библиотечная система Лань (https://e.lanbook.com)
Э4	Цифровая библиотека IPRsmart (https://www.iprbookshop.ru)

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	SCAD Office / APM Structure3D
6.3.1.2	MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.3	AutoCAD / AutoCAD Architecture
6.3.1.4	Компас-3D
6.3.1.5	MS Windows 10 Professional (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Электронная библиотека ЗГУ (http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp)
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система Лань (https://e.lanbook.com)
6.3.2.3	Цифровая библиотека IPRsmart (https://www.iprbookshop.ru)
6.3.2.4	Зарубежные электронные ресурсы издательства SpringerNature: Springer Journals (http://link.springer.com) Nature Journals (https://www.nature.com/siteindex) Springer Nature Experiments (https://experiments.springernature.com/) Springer Materials (http://materials.springer.com/) zbMATH (http://zbmath.org) Nano Database (https://nano.nature.com/)

6.3.2.5	Зарубежный электронный ресурс издательства Elsevier: ScienceDirect (https://www.sciencedirect.com/) Freedom Collection (https://www.sciencedirect.com/) Freedom Collection eBook collection (https://www.sciencedirect.com/)
---------	--

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебная лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным проектором, настенным экраном и классной доской для аналитического вывода формул и демонстрации графических эпюр напряжений. Специализированная учебная лаборатория «Сопротивления материалов» кафедры РМПИ: - Универсальная испытательная разрывная машина (для проведения тестов на растяжение стальных образцов и построения диаграмм деформирования). - Маятниковый копер и прессы статического сжатия (для испытания чугуновых и деревянных образцов). - Испытательные стенды для изучения кручения круглых валов, прямого поперечного изгиба балок и исследования продольного изгиба сжатых стоек. - Тензометрические станции и измерительные индикаторы часового типа для фиксации упругих перемещений. Компьютерный класс САПР и конечно-элементного моделирования: рабочие станции с доступом к сети Интернет, СДО ЗГУ и предустановленным специализированным ПО (SCAD, APM) для численной проверки эпюр, перемещений балок и расчета ядер сечений.
-----	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.	Работа на лекциях: Курс «Сопротивление материалов» содержит большое количество математических выкладок и допущений. Студент обязан аккуратно вести конспект, фиксировать знаки внутренних усилий, эпюры и формулы взаимосвязи между изгибающим моментом и поперечной силой.
2.	Прохождение лабораторного практикума: К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с испытательными машинами и прессами. Перед занятием необходимо изучить методические указания (ЛП.3). Отчет по ЛР оформляется каждым студентом индивидуально и защищается у преподавателя путем объяснения физического смысла полученной диаграммы или характера разрушения образца.
3.	Выполнение расчетно-графических заданий: РГЗ служат главным критерием допуска к семестровому контролю. При расчете составных сечений или рам методом сил тщательно проверяйте размерности (Н, кН, мм, м) и промежуточные деформационные проверки. Ошибки в знаках на эпюрах приводят к неверному проектированию сечения.
4.	Сдача экзамена: Экзамен является формой промежуточной аттестации и сдается в 3 семестре. Допуском является защита всех 6 лабораторных работ и полный комплект принятых преподавателем РГЗ. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса и две задачи на построение эпюр или расчет на устойчивость/сложное сопротивление. Для получения высокой оценки необходимо владеть как теоретическим аппаратом гипотез прочности, так и практическими алгоритмами инженерного расчета металлоконструкций.