

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор ДОННТУ

(подпись)

А.А. Каракозов

«31» 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.34.02 Прикладная механика. Сопротивление материалов

Специальность:

21.05.04 Горное дело

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль):

Открытые горные работы

Подземная разработка пластовых месторождений

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

специалитет

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)


Форма обучения:	очная	заочная
Семестр	4	4
Общая трудоёмкость в з.с./часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	55	12
Лекции (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	17	2
Лабораторные работы (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	53	96
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен (36 час.)	экзамен (36 час.)

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.О.34.02 Прикладная механика. Сопротивление материалов составлена в соответствии с учебным планом по специальности 21.05.04 «Горное дело», направленности (профилю) «Подземная разработка пластовых месторождений», «Открытые горные работы» для 2023 года приёма по очной и заочной форме обучения.

Составитель: канд. техн. наук, доцент кафедры

«Основы проектирования машин»

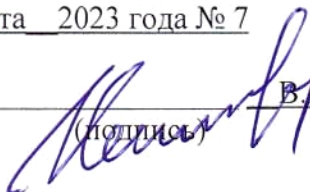

(подпись)

А.В.Лукичев

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Основы проектирования машин».

Протокол от « 2 » марта 2023 года № 7

Заведующий кафедрой



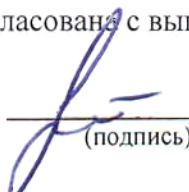
В.Г. Нечепаев

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Разработка месторождений полезных ископаемых»

Заведующий кафедрой



Ю.А. Петренко

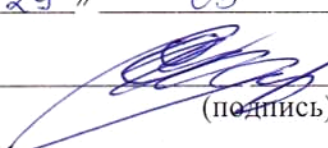
(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДонНТУ специальности 21.05.04 «Горное дело»

Протокол от « 29 » 03 2023 года № 4

Председатель



С.В.Борщевский

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Основы проектирования машин».

Протокол от « ____ » ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой

(подпись)

В.Г. Нечепаев.

(Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Разработка месторождений полезных ископаемых»

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Основы проектирования машин».

Протокол от « ____ » ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Разработка месторождений полезных ископаемых»

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью изучения дисциплины «Прикладная механика. Сопротивление материалов» является формирование у студентов навыков постановки и решения типовых технических задач с использованием упрощенных инженерных методов, обеспечивающих получение достаточно адекватного результата при сравнительно небольших затратах времени и средств. Реализация этой цели осуществляется на основе исследования напряженно-деформированного состояния одноосных элементов (стержень, вал, балка, стойка) при различных вариантах их статического и динамического нагружения и оценке их прочности, жесткости и устойчивости.

Решение этих задач является своеобразной моделью всей инженерной деятельности, что позволяет формировать у студентов основы инженерного мышления и интуиции на ранних этапах обучения.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- основные внешние факторы, оказывающие влияние на напряженно-деформированное состояние упругих элементов, в том числе основные механические характеристики материалов и методики их определения;
 - основы теории напряженно-деформированного состояния в точке и элементы тензометрии;
 - особенности развития напряженно-деформированного состояния при различных видах статического и динамического нагружения при растяжении (сжатии), сдвиге, кручении, изгибе и комбинации этих состояний;
 - особенности развития напряженно-деформированного состояния элементов конструкций в условиях их устойчивости;
- уметь:
- формировать инженерные расчетные схемы реальных деформируемых технических объектов;
 - учитывать и оценивать влияние различных факторов на конечный результат;
 - выбирать адекватные методы оценки напряженно-деформированного состояния технических объектов;
 - оценивать полученные результаты и делать выводы о прочности, жесткости и устойчивости рассматриваемых объектов;
 - определять геометрические характеристики сложных и составных сечений;
 - определять внутренние силовые факторы и строить эпюры усилий для основных видов напряженно-деформированного состояния и их комбинаций;
 - определять расчетные значения напряжений и перемещений в различных характерных и критических точках элементов конструкций для основных видов напряженно-деформированного состояния и их комбинаций в статически определимых и статически неопределимых системах;
- владеть:
- навыками составления отчетов, обзоров, справок, заявок и др., опираясь на реальную ситуацию;
 - методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций;
 - методиками постановки цели, определения способов ее достижения, стратегий действий;
 - навыками проведения инженерных расчетов на прочность и жесткость стержневых систем, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб;
 - навыками расчета элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, в том числе, находящихся в условиях циклического или динамического характера нагружения элементов конструкций;
 - навыками выбора оптимальных размеров и форм поперечных сечений стержней, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности и экономичности;
 - навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости;

- навыками самостоятельной работы в лабораторных условиях по экспериментальному изучению механического поведения и определению свойств конструкционных материалов.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

- Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов (ОПК-18).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана специальности 21.05.04 «Горное дело».

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Теоретическая механика», «Материаловедение».

Знания и умения, приобретенные при освоении курса сопротивления материалов, являются основой формирования профессионального инженерного мышления студентов, используются при изучении последующих дисциплин: «Горные машины и оборудование. Горные машины и комплексы», «Транспортные системы горных предприятий», «Стационарные установки горного производства», «Промышленная вентиляция», «Надежность технических систем и техногенный риск» и др., реализуются студентом при прохождении преддипломной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержание модулей)	Количество часов, очная/заочная				
	Все- го	В том числе			
		Лекции	Прак..	Лаб.	СРС
Тема 1. Введение. Общий обзор и историческая справка развития дисциплины сопротивления материалов.	12/12	4/1	2/0	-	6/11
Тема 2. Одноосное растяжение-сжатие. Основы напряженно-деформированного состояния в точке, основные теории прочности.	12/12	4/1	2/0	-	6/11
Тема 3. Геометрические характеристики плоских сечений.	12/12	4/1	2/1	-	6/10
Тема 4. Простое напряженно-деформированное состояние: сдвиг, кручение, плоский изгиб.	24/24	8/1	4/1	-	12/22
Тема 5. Статически неопределимые системы.	9/10	2/0	2/0	-	5/10
Тема 6. Сложное напряженно-деформированное состояние: неплоский и косой изгиб, изгиб с кручением, внецентренное растяжение (сжатие)	17/12	6/0	3/0	-	8/12
Тема 7. Устойчивость сжатых стержней.	9/10	3/0	1/0	-	5/10
Тема 8. Динамическое воздействие нагрузок.	9/10	3/0	1/0	-	5/10
<i>Контактная работа (дополнительная)</i>	4/6				
Контроль	36/36				
ИТОГО	144/144	34/4	17/2		53/96

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
(ОПК-18)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

3.2. Лекции

Тема 1. Введение. Общий обзор и историческая справка развития дисциплины сопротивления материалов.

Содержание темы 1.

Связь с другими дисциплинами. Основные определения и допущения курса. Схематизация расчетных схем и внешней нагрузки. Формирование расчетных схем. Внешняя нагрузка и внутренние силовые факторы. Метод сечений. Основные виды напряженного состояния.

Основные гипотезы и принципы сопротивления материалов.

Литература к теме 1 [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 2. Одноосное растяжение-сжатие. Основы напряженно-деформированного состояния в точке; основные теории прочности.

Содержание темы 2.

Механические характеристики материалов. Линейное, плоское и объёмное напряженные состояния.

Одноосное растяжение-сжатие. Внутренние усилия при растяжении-сжатии. Эпюры в сопротивлении материалов. Эпюры продольных усилий. Напряжения при растяжении-сжатии. Эпюры напряжений. Расчет на прочность при одноосном растяжении-сжатии.

Критерии прочности. Расчет по допускаемым напряжениям. Деформации при растяжении-сжатии. Закон Гука. Эпюры продольных смещений. Экспериментальное определение напряжений и перемещений.

Стержневые системы. Статически неопределимые стержневые системы. Методы решения. Степень статической неопределимости.

Деформированная схема. Уравнения совместности деформаций. Определение усилий, напряжений и деформаций в статически неопределимых стержневых системах при силовом, температурном и монтажном нагружении.

Механические характеристики материалов. Испытания стандартных образцов. Диаграмма растяжения мягкой (пластичной) стали и ее основные участки. Основные механические характеристики материалов. Наклеп.

Диаграмма растяжения хрупких материалов. Диаграмма напряжений. Работа внешних сил и потенциальная энергия. Удельная работа и потенциальная энергия. Зависимость свойств материалов от различных факторов.

Литература к теме 2 [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 3. Геометрические характеристики плоских сечений.

Содержание темы 3.

Плоские сечения. Математические определения. Площадь сечения. Статический момент площади. Координаты центра тяжести. Центральные оси. Осевые моменты инерции. Полярный момент инерции. Центробежный момент инерции.

Осевые моменты сопротивления. Полярный момент сопротивления. Радиусы инерции. Геометрические характеристики простых сечений. Сечения простой геометрической формы и стандартные сечения. Двутавр. Швеллер. Уголок равнополочный и неравнополочный.

Параллельный перенос и поворот координатных осей. Главные оси и главные моменты инерции. Геометрические характеристики сложных (составных) сечений.

Литература к теме 3 [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 4. Простое напряженно-деформированное состояние: сдвиг, кручение, плоский изгиб.

Содержание темы 4.

Сдвиг. Срез. Расчет заклепок на прочность. Скалывание.

Кручение круглых валов. Внутренние силовые факторы при кручении. Правило знаков. Эпюры крутящих моментов. Напряжения и деформации при кручении. Расчет на прочность валов различного поперечного сечения при кручении.

Эпюры касательных напряжений и углов закручивания. Расчет на жесткость при кручении. Напряженное состояние при кручении. Напряжения на наклонных площадках. Главные напряжения. Вычисление крутящего момента через мощность.

Изгиб. Виды изгиба. Плоский поперечный изгиб. Одноосные элементы, работающие на изгиб. Балки. Рамы. Внутренние усилия при изгибе. Правило знаков. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил в балках. Дифференциальные зависимости при изгибе. Теоремы Журавского. Контроль правильности построения эпюр внутренних силовых факторов при изгибе.

Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил в рамах. Правило знаков. Проверка правильности построения эпюр в рамах. Равновесие узлов рамы.

Напряжения при изгибе. Нормальные напряжения при изгибе. Эпюры распределения нормальных напряжений по высоте балки. Расчет на прочность при изгибе.

Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Эпюры распределения касательных напряжений по высоте балок различного поперечного сечения. Проверка на прочность при изгибе по максимальным касательным напряжениям. Главные напряжения при изгибе. Расчетные напряжения при изгибе по третьей и четвертой теориям прочности. Полная проверка на прочность при изгибе по расчетным напряжениям. Проверка прочности балок и рам.

Перемещения при изгибе. Основные методы определения. Аналитический метод определения перемещений при изгибе. Метод начальных параметров. Силовые и деформационные начальные параметры. Граничные условия.

Энергетические методы определения перемещений при изгибе. Закон сохранения энергии. Работа внешних сил и потенциальная энергия при изгибе. Теорема Бетти. Теорема Максвелла.

Метод Мора при определении перемещений при изгибе. Практический расчет перемещений при изгибе. Правило Верещагина. Определение перемещений в балках и рамах по правилу Верещагина. Единичные и грузовые эпюры.

Литература к теме 4 [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 5. Статически неопределимые системы.

Содержание темы 5.

Понятие о статически неопределимых системах, нахождение степени неопределимости. Раскрытие статической неопределимости методом сил.

Литература к теме 5 [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 6. Сложное напряженно-деформированное состояние.

Содержание темы 6.

Сложное напряженное состояние. Основные виды сложного сопротивления. Косой и неплоский изгиб. Напряжения при косом и неплоском изгибе. Расчет на прочность. Нейтральная линия при косом и неплоском изгибе. Положение нейтральной оси. Эпюра нормальных напряжений при неплоском и косом изгибе. Перемещения при косом и неплоском изгибе.

Внецентренное растяжение-сжатие. Напряжения в произвольной точке поперечного сечения. Нейтральная линия. Ядро сечения. Расчет на прочность при внецентренном растяжении-сжатии.

Изгиб с кручением. Напряжения при изгибе с кручением. Главные напряжения при изгибе с кручением. Расчет на прочность.

Литература к теме 6 [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 7. Устойчивость сжатых стержней.

Содержание темы 7.

Расчет сжатых стержней на устойчивость. Формула Эйлера и границы ее применимости.

Критическая сила. Влияние условий закрепления. Гибкость. Критические напряжения. Границы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского.

Практический способ расчета сжатых стержней. Проверочный и проектировочный расчет. Метод последовательных приближения. Коэффициент φ понижения допускаемых напряжений при расчете на устойчивость.

Литература к теме 7 [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 8. Динамическое воздействие нагрузок.

Содержание темы 8.

Динамические нагружения в сопротивлении материалов. Виды динамического воздействия. Принцип Даламбера в динамике упругих систем. Виды динамических систем в сопротивлении материалов: невесомые системы с одной степенью свободы; системы с дискретными массами, весовые системы. Собственные, свободные и вынужденные колебания. Колебания систем с одной степенью свободы. Определение динамических коэффициентов для разного вида воздействий. Расчет на действие ударной нагрузки.

Литература к теме 8 [1, 2, 3, 4, 5]

3.3. Практические (семинарские занятия)

№	ТЕМА ЗАНЯТИЯ	ОБЪЕМ, ЧАС.	ЛИТЕР.
1	Определение внутренних усилий в случае простого растяжения или сжатия стержней. Метод сечений. Определение усилий в стержневых системах от действия внешней нагрузки. Нормальные напряжения. Деформации и перемещения в статически определимых системах. Построение эпюр перемещений.	2(0)	[3-9]
2	Вычисление геометрических характеристик сложных сечений.	2(1)	[3-9]
3	Напряжения на наклонных площадках. Главные напряжения. Расчеты по теориям прочности	2(0)	[3-9]
4	Построение эпюр крутящих моментов. Расчет вала на прочность и жесткость. Построение эпюр относительных и абсолютных углов поворота	2(1)	[3-9]
5	Изгиб. Построение эпюр внутренних усилий в балках и рамах. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами в балках и их использование для проверки правильности построения эпюр	2(0)	[3-9]
6	Изгиб. Расчёт балок и рам на прочность. Подбор размеров поперечных сечений. Полная проверка прочности балки. Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров.	3(0)	[3-9]
7	Расчет статически неопределимых систем методом сил	2(0)	[3-9]
8	Устойчивость упругих стержней. Формула Эйлера. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость.	2(0)	[3-9]
	Итого	17(2)	

3.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

3.5. Самостоятельная работа

№	ТЕМА ЗАНЯТИЯ	ОБЪЕМ, ЧАС. (*)
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	35/54
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	18/30
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 час)	-/12
Итого		53/96

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен. Учебным планом предусмотрено выполнение индивидуального расчетно-графического задания, включающего в себя шесть задач:

- «Расчет стержневой системы на прочность и жесткость»;
- Определение геометрических характеристики сложного сечения»;
- «Расчет вала на прочность и жесткость»;
- «Расчет двухопорной балки на прочность и жесткость»;
- «Расчет статически неопределимой рамы на прочность и жесткость»;
- «Практический расчет сжатой стойки на устойчивость».

Целью выполнения индивидуального задания является закрепление навыков расчета на прочность и жесткость при решении наиболее распространенных типовых задач сопротивления материалов. Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – 12 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки – не более 10 страниц формата А4 (210×297).

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- *нулевой уровень*: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- *минимальный уровень*: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- *пороговый уровень*: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- *средний уровень*: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущен ряд негрубых ошибок;
- *продвинутый уровень*: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

– *высокий уровень*: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

– *нулевой уровень*: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены;

– *минимальный уровень*: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу, специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– *пороговый уровень*: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

– *средний уровень*: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– *продвинутый уровень*: в целом понимает суть методики решения, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– *высокий уровень*: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

– *нулевой уровень*: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

– *минимальный уровень*: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач;

– *пороговый уровень*: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

– *средний уровень*: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

– *продвинутый уровень*: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

– *высокий уровень*: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

– *нулевой уровень*: компетенции не сформированы;

– *минимальный уровень*: значительное количество компетенций не сформировано;

– *пороговый уровень*: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

– *средний уровень*: все компетенции сформированы на среднем уровне;

– *продвинутый уровень*: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;

– *высокий уровень*: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2. Вопросы к экзамену и зачету

1. История, структура и задачи курса. Место курса в инженерном образовании. Основные виды расчета. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.

2. Внутренние усилия и напряжения при растяжении-сжатии. Эпюры внутренних усилий и напряжений. Расчет на прочность при растяжении-сжатии.

3. Деформации при растяжении-сжатии. Закон Гука. Продольная, поперечная и объемная деформация. Коэффициент Пуассона.
4. Диаграмма растяжения пластичной стали. Механические характеристики материалов. Разгрузка и повторное нагружение материала. Диаграмма растяжения хрупких материалов. Диаграмма напряжений. Работа внешних сил и потенциальная энергия при растяжении.
5. Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии. Порядок расчета. Степень статической неопределимости. Формирование деформированной схемы. Уравнения совместности деформаций. Температурные и монтажные напряжения.
6. Растяжение стержней переменного и ступенчатого поперечного сечения.
7. Учет собственного веса при растяжении-сжатии.
8. Одноосное напряженное состояние. Напряжения на наклонных площадках.
9. Плоское напряженное состояние. Определение напряжений на произвольных площадках через общие напряжения на заданных площадках. Главные напряжения и главные площадки в плоском напряженном состоянии. Прямая и обратная задача теории упругости.
10. Объемное напряженное состояние. Тензор напряжений. Максимальные касательные напряжения.
11. Обобщенный закон Гука при плоском и объемном напряженном состоянии.
12. Критерии и теории прочности. Теории прочности для хрупких и пластичных материалов. Условия прочности по различным теориям.
13. Работа внешних сил и удельная потенциальная энергия при объемном напряженном состоянии. Удельная потенциальная энергия изменения объема и удельная потенциальная энергия формообразования.
14. Основные геометрические характеристики плоских сечений. Сложные и простые сечения. Геометрические характеристики стандартных сечений и сечений простой геометрической формы.
15. Преобразование системы координат. Определение моментов инерции при параллельном переносе и повороте координатных осей.
16. Главные оси и моменты инерции относительно главных осей.
17. Геометрические характеристики сложных сечений. Момент инерции и положение центра тяжести сложного сечения.
18. Сдвиг. Сдвиг в пластичных и хрупких материалах. Расчет заклепки на срез и на смятие.
19. Чистый сдвиг. Признаки чистого сдвига. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Допускаемые напряжения при сдвиге.
20. Методы измерения напряжений. Розетка датчиков. Вычисление напряжений по деформациям.
21. Кручение круглых стержней. Напряжения и деформации при кручении. Эпюры крутящих моментов и углов закручивания.
22. Условие прочности вала. Расчет на прочность круглого сплошного, полого и тонкостенного вала.
23. Условие жесткости вала. Расчет на жесткость круглого сплошного, полого и тонкостенного вала.
24. Вычисление крутящего момента через мощность.
25. Статически неопределимые валы. Уравнение совместности деформаций.
26. Изгиб. Виды изгиба. Плоский поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Правило знаков.
27. Дифференциальные соотношения при изгибе. Теоремы Журавского. Проверка правильности построения эпюр в балках.
28. Построение эпюр внутренних силовых факторов в рамах. Проверка правильности построения эпюр в рамах.
29. Нормальные напряжения при изгибе. Расчет балок на прочность.

30. Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Касательные напряжения в балках прямоугольного и двутаврового поперечного сечения.
31. Главные напряжения при изгибе. Полная проверка прочности балки и рамы с учетом касательных напряжений.
32. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Аналитический метод определения перемещений при изгибе.
33. Метод начальных параметров при изгибе.
34. Работа внешних сил и потенциальная энергия при изгибе.
35. Метод Мора. Вычисление перемещений в упругих системах. Определение перемещений по методу Мора в изгибных и стержневых системах.
36. Правило Верещагина при вычислении перемещений.
37. Основы метода сил. Степень статической неопределимости. Основная та эквивалентная система. Канонические уравнения.
38. Расчет статически неопределимых балок методом сил.
39. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил.
40. Сложное сопротивление. Виды сложного напряженного состояния, их особенности и составляющие.
41. Косой изгиб. Напряжения. Нейтральная линия. Условие прочности.
42. Перемещения при косом изгибе.
43. Неплоский изгиб. Напряжения. Нейтральная линия. Условие прочности.
44. Изгиб с кручением. Расчетные напряжения. Условие прочности.
45. Внецентренное растяжение-сжатие. Расчетные напряжения. Нейтральная линия.
46. Условие прочности при внецентренном растяжении-сжатии. Ядро сечения.
47. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера. Влияние условий закрепления на устойчивость.
48. Критические напряжения. Граница применимости формулы Эйлера.
49. Критические напряжения по Ясинскому. Предельная гибкость.
50. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость.
51. Классификация динамических систем в сопротивлении материалов. Виды колебаний.
52. Собственные колебания систем с одной степенью свободы.
53. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.
54. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.

4.3. Пример экзаменационного билета

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования

специалитет

Специальность

21.05.04 «Горное дело»

Направленность (профиль)

«Технологическая безопасность и горноспасательное дело»

Семестр

4 (весенний)

Учебная дисциплина

Прикладная механика. Сопротивление материалов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Критерии и теории прочности. Теории прочности для хрупких материалов.
2. Подобрать диаметр вала из условия прочности и жесткости (рис.1), если $[\tau]=80$ МПа, $[\Theta]=0,035$ м⁻¹.
3. Построить эпюру изгибающих моментов и поперечных сил (рис.2).

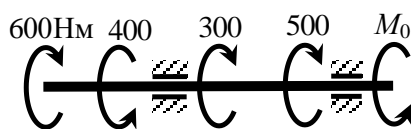


Рисунок 1

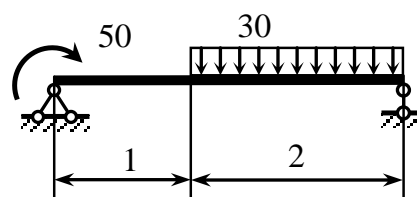


Рисунок 2

Утверждено на заседании кафедры основ проектирования машин
Протокол № 1 от 30 августа 2022 года
Зав. кафедрой
Экзаменатор

проф. Нечепанов В.Г.
доц. Лукичев А.В.

4.4. Критерии оценивания

Оценка испытания по 100-балльной шкале формируется как сумма баллов набранных за ответы на вопросы билета. По каждому вопросу:

– «33,3 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно, логично, четко и ясно предоставлять грамотные, правильные ответы на поставленный вопрос с использованием терминологии и символики в необходимой логической последовательности, а также сведений из других дисциплин и знаний, приобретенных ранее; твердые практические навыки с творческим применением полученных теоретических знаний; использование и предоставление полного обоснования наиболее эффективных и рациональных методов поиска решения; умение использовать приобретенные знания и навыки в нестандартных ситуациях, требующих выхода на иной, более высокий уровень знаний; приведены аналитические зависимости и расчеты;

– «26,6 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент проявил высокий уровень знаний при ответе на вопрос, показал умение применять теоретические знания для решения поставленной задачи, четко владеет и применяет аналитические зависимости для условий задачи, умеет формулировать выводы, однако при решении задачи допустил неточности, недостаточно обосновал допущения, которые использовались при решении задачи;

– «20 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно предоставлять правильные ответы на поставленные вопросы с использованием терминологии, а также знаний, приобретенных ранее; наличие несущественных недостатков или нарушения последовательности изложения; использование не самых рациональных методов поиска решения; незначительные недостатки или ошибки в расчетах;

– «13,3 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил базовые знания по вопросу, знание основных аналитических зависимостей, описывающих заданный процесс, однако допустил существенные ошибки при выполнении расчетов, не смог систематизировать исходные данные и сформулировать выводы;

– «6,66 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил владение основными положениями материала, но фрагментарно и непоследовательно дает ответы на поставленные вопросы; слабые практические навыки; поиск решения типовых стандартных задач нерациональными способами с принципиальными ошибками;

– «0 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил незначительный общий объем знаний, отсутствие навыков в решении задач по различным темам дисциплины допустил принципиальные ошибки при решении задач, которые не дают возможности выполнить задание, или если решение задачи отсутствует.

Перевод оценки из 100-балльной в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете».

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам самостоятельной работы во время проведения практических занятий и по результатам тестовых опросов.

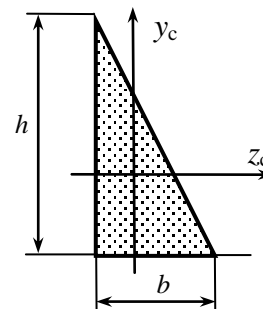
Промежуточная аттестация по результатам усвоения дисциплины в семестре производится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете».

Для определения уровня знаний студентов руководствуются критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

4.5. Примеры тестов для текущего контроля

1. По какой формуле можно вычислить центробежный момент инерции плоского сечения в форме прямоугольного треугольника в системе центральных осей y_c и z_c :

$$\begin{array}{ll} 1) J_{y_c z_c} = \frac{bh^3}{36}; & 2) J_{y_c z_c} = \frac{hb^3}{36}; \\ 3) J_{y_c z_c} = -\frac{b^2 h^2}{72}; & 4) J_{y_c z_c} = -\frac{b^2 h^2}{24}; \\ 5) J_{y_c z_c} = \frac{bh^2}{24}; & 6) J_{y_c z_c} = -\frac{b^2 h^2}{12} \end{array}$$



4.6. Примеры задач для промежуточной аттестации

Пример 2.1 Построить эпюры внутренних усилий, нормальных напряжений и перемещений сечений стального ступенчатого стержня (допустимое напряжение 160 МПа, модуль Юнга – 2×10^{11} Па), изображенного на рис. 1.

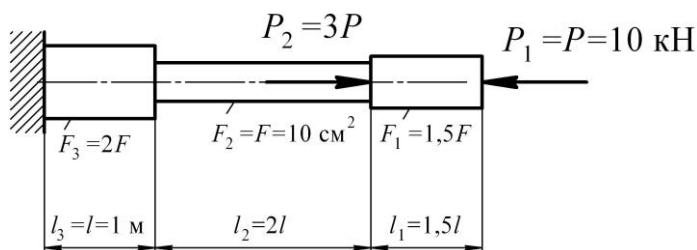


Рисунок 1 – Графическое условие к задаче

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Деменчук, Н. П. Прикладная механика. Сопротивление материалов : учебно-методическое пособие / Н. П. Деменчук. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 39 с. <https://www.iprbookshop.ru/67576.html>
2. Агаханов, М. К. Сопротивление материалов: учебное пособие / М. К. Агаханов, В. Г. Богопольский. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 268 с. <https://www.iprbookshop.ru/42912.html>
3. Королев, П. В. Механика, прикладная механика, техническая механика : учебное пособие / П. В. Королев. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 279 с. — ISBN 978-5-4497-0243-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87388.html>

II Дополнительная литература:

4. Рябцев, В. А. Основы механики : учебное пособие / В. А. Рябцев, А. А. Воропаев, Д. В. Хван. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 295 с. <https://www.iprbookshop.ru/108306.html>
5. Зиомковский, В. М. Прикладная механика : учебное пособие / В. М. Зиомковский, И. В. Троицкий. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. —

288 с. — ISBN 978-5-7996-1501-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68280.html>

6. Буланов, Э. А. Решение задач по сопротивлению материалов / Э. А. Буланов. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 216 с. — ISBN 978-5-00101-797-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/6567.html>

6. УЧЕБНО_МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

К выполнению индивидуального задания:

7. **Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Прикладная механика. Сопротивление материалов»** : (для всех форм обучения, для специальности 21.05.04 «Горное дело» со специализациями «Обогащение полезных ископаемых», «Взрывное дело», Технологическая безопасность и горноспасательное дело», «Шахтное и подземное строительство», «Маркшейдерское дело», «Электрификация и автоматизация горного производства») / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. основ проектирования машин ; сост.: А. В. Лукичев, Ю. В. Петтик, М.В. Бридун. — Донецк : ДОННТУ, 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента)

8. **Методические указания к выполнению практических работ по дисциплинам «Сопротивление материалов» и «Прикладная механика. Сопротивление материалов»** : (для студентов специалитета всех форм обучения по специальностям 21.05.03 «Технология геологической разведки», 21.05.04 «Горное дело», 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии») / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. основ проектирования машин ; сост.: Ю. В. Петтик, А. В. Лукичев, Ю. Л. Ветряк, В. Н. Савенков, М. В. Бридун. — Донецк : ДОННТУ, 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).

9. **Методические указания и индивидуальные задания к выполнению расчетно-проектировочных работ по дисциплинам «Сопротивление материалов», «Прикладная механика. Сопротивление материалов»** (для студентов специалитета всех форм обучения по специальностям 21.05.03 «Технология геологической разведки», 21.05.04 «Горное дело», 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии») / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. основ проектирования машин ; сост.: А. В. Лукичев, Ю. В. Петтик, В. Н. Савенков, Ю. Л. Ветряк, М. В. Бридун. — Донецк : ДОННТУ, 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART - <http://iprbookshop.ru>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Специализированная лаборатория № 2.006, учебный корпус 2, для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер Intel Pentium III 807MGz (ОС – Ubuntu 14.04 Lts (бесплатная версия), OpenOffice 3.1.1 (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты; машина для испытания на разрыв 100 Т, машина для испытания на разрыв 50 Т; прибор для определения твёрдости по Роквеллу, твердомер «ТП» (наглядное пособие), пресс для испытания, измерители деформации, установки типа СМ4А установки для определения критических сил СМ-20, установки СМ-21М, прессы гидравлические 4Т, приборы для определения модуля сдвига, установки для испытаний балки, установки для проверки законов изгиба балки, установки для испытаний стержней, машина КМ-50, копёр типа МК-30).

2. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС – Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, GrubloaderforALTLinux – лицензия GNULGPLv3, Mozilla Firefox – лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – лицензия GNUGPL).

3. Учебная аудитория № 6.309, учебный корпус 6, для проведения занятий лекционного типа: ноутбук (ОС – Windows 8.1 Professional x 86/64 (академическая подписка Dream Spark Premium), Libre Office 3.3.0.4 (лицензия GNU LGPL v3+ и MPL 2.0), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

4. Компьютерный класс № 6.312, учебный корпус 6, для проведения лабораторных занятий (лицензионное специализированное ПО – Система автоматизированного проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения и строительства APM WinMachine); ОС – Microsoft Windows XP Professional OEM; мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).