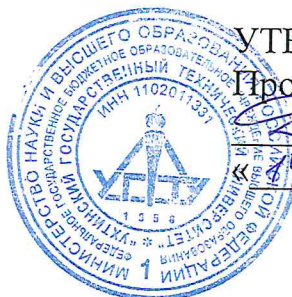


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Д. А. Борейко

«19» марта 2025 г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ ПО
НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1.1.8. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Одобрено на заседании каф. механики,
протокол № 13 от 07.03 2025г.

Составитель программы:

Доцент каф. механики,
канд. техн. наук,
доцент по научной
специальности 1.1.7.
Теоретическая механика,
динамика машин

В. Л. Савич

СОГЛАСОВАНО:
Начальник НИЧ

Е. В. Михеевский

УХТА 2025

Введение

В основу настоящей программы положены дисциплины Блока «Механика»: теоретическая механика, сопротивление материалов, теория упругости, теория пластичности, механика разрушения, основы механики машин и механизмов.

Форма и методы вступительных испытаний

Оценка освоения прохождения вступительных испытаний осуществляется с использованием следующих методов: подготовка ответов в письменном виде; собеседование во время вступительных испытаний по основным разделам механики деформируемого твердого тела.

Основной формой испытания является экзамен.

В рамках экзамена необходимо ответить устно с кратким конспектом письменно на 2 теоретических вопроса, продемонстрировать практические навыки понимания при решении задач и пройти собеседование.

Время экзамена – 90 минут.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭКЗАМЕНА

1. Теоретическая механика. Сопротивление материалов.

1. Основы статики: связи и их реакции, условие и уравнения равновесия различных систем сил.
2. Центр тяжести. Методы его определения. Геометрические характеристики сечений.
3. Задачи и методы сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема
4. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.
5. Напряжения. Тензоры напряжений и деформаций. Перемещения и деформации.
6. Статические и динамические испытания материалов. Диаграмма испытаний материалов на растяжение, сжатие. Основные характеристики по диаграммам испытаний. Особенности поведения хрупких и пластичных материалов при испытаниях на растяжение и сжатие.
7. Основные механические свойства твердых тел. Упругость, пластичность, вязкость.

8. Напряженное и деформированное состояния. Случаи напряженного состояния и обобщенный закон Гука.

9. Существующие классические теории прочности: их содержание и применение к решению инженерных задач.

10. Простейшие виды деформаций. Основные закономерности расчета на прочность и жесткость.

2. Теория упругости

1. Упругое деформирование твердых тел. Упругий потенциал и энергия деформации. Линейно упругое тело Гука. Понятие об анизотропии упругого тела. Упругие модули изотропного тела.

2. Основные задачи статики упругого тела. Основные уравнения. Прямая и обратная задачи теории упругости.

3. Плоское напряженное и плоское деформированное состояние. Плоская задача теории упругости. Метод комплексных потенциалов Колосова— Мусхелишвили. Комплексное представление напряжений и перемещений. Уравнения плоской задачи теории упругости в полярных координатах. Смешанная задача для полуплоскости. Задача Гриффитса.

3. Теория пластичности

1. Пластическое деформирование твердых тел. Предел текучести. Упрочнение. Остаточные деформации. Идеальная пластичность. Физические механизмы пластического течения.

2. Идеальное упругопластическое тело. Идеальное жесткопластическое тело. Пространство напряжений. Критерий текучести и поверхность текучести. Критерии Треска и Мизеса. Пространство главных напряжений.

3. Деформационные теории пластичности: теория Генки; теория малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СОБЕСЕДОВАНИЮ

4. Механика разрушения

1. Понятие о разрушении и прочности тел. Общие закономерности и основные типы разрушения. Концентраторы напряжений. Коэффициент концентрации напряжений: растяжение упругой полуплоскости с круговым и эллиптическим отверстиями.
2. Критерии разрушения: деформационный, энергетический, энтропийный. Критерии длительной и усталостной прочности. Расчет прочности по допускаемым напряжениям. Коэффициент запаса прочности.
3. Энергетический подход Гриффитса в механике разрушения.
4. Понятие об усталостном разрушении. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Основные законы роста усталостных трещин.

5. Основы механики машин и механизмов

1. Неразъемные соединения: основные их виды и классификация по сложности изготовления и создания. Основы расчета неразъемных соединений: на какие виды деформаций ведется расчет.
2. Резьбовые соединения и винтовые механизмы: назначение, ключевые позиции расчета.
3. Зубчатые и червячные передачи: классификация, назначение, базовые этапы расчета, преимущества и недостатки.
4. Передачи гибкой связью: классификация, назначение, особенности расчета, преимущества и недостатки.
5. Оси и валы: особенности расчета, взаимосвязь и отличия с подходами сопротивления материалов и теоретической механики.
6. Механический привод общего назначения: его особенности, состав и этапы кинематического и силового расчета.
7. Понятие коэффициента полезного действия и особенности его расчета.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭКЗАМЕНА

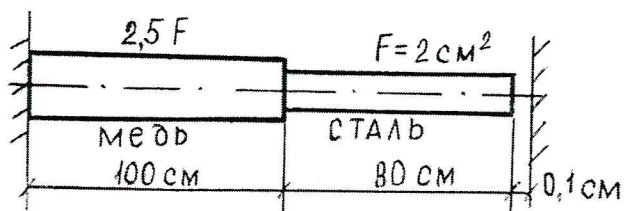
1.Элементы теоретической механики и сопротивления материалов

Тип коротких инженерных задач.

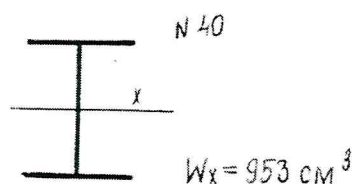
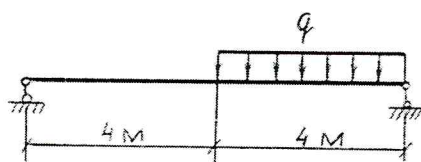
1. Чугунная колонна кольцевого поперечного сечения имеет наружный диаметр 300 мм и нагружена силой в 200 т. Определить необходимую толщину стенки при допускаемом напряжении на сжатие в 800 кг/см^2 (29 мм).
2. Стержень из малоуглеродистой стали шириной 300 мм и толщиной 15 мм ослаблен заклепочным отверстием диаметром 23 мм, расположенным на оси стрежня. Какое растягивающее усилие этот стержень может выдержать, если допускаемое напряжение равно 900 кг/см^2 (37,4 т).
3. К нижнему концу троса, закрепленного верхним концом, подвешен груз в 7,5 т. Трос составлен из проволок диаметром в 2 мм. Допускаемое напряжение для материала троса составляет 3000 кг/см^2 . Определить количество проволок в тросе (80).
4. Определить диаметр сплошного вала, передающего крутящий момент в 1,5 т·м, если допускаемое касательное напряжение $[\tau] = 700 \text{ кг/см}^2$. (103 мм).
5. Определить наименьший диаметр стального вала, передающего 18 л. с. при 120 об/мин., если угол закручивания равен 1° на длине, равной 15 диаметрам вала. (49 мм)
6. Вал диаметром 90 мм передает 90 л.с. Определить предельное число оборотов, если допускаемое касательное напряжение $[\tau] = 600 \text{ кг/см}^2$. (75 об/мин).
7. При испытании на кручение стального образца длиной 200 мм и диаметром 20 мм было обнаружено, что при крутящем моменте 1640 кг·см угол закручивания составляет 0,026 радиан. Предел упругости был достигнут при крутящем моменте в 2700 кг·см. Определить модуль упругости II рода и величину предела упругости при кручении. ($G = 8,0 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2$, 1720 кг/см^2).

Тип классических задач.

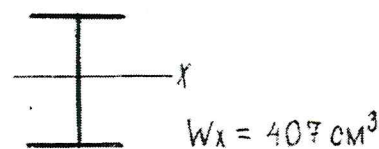
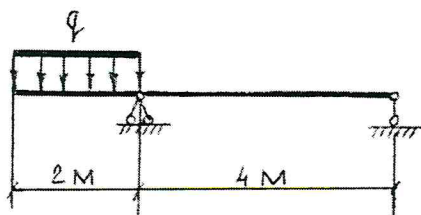
1. Ступенчатый стержень жестко зашцеилен левым торцом. Другой торец стержня не доходит до неподатливой плоскости на 0,1 см. Найти напряжения в медной и стальной частях стержня от его нагрева на 50°C . Коэффициент температурного расширения $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$, меди – $\alpha_{\text{м}} = 16 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$



2. Из условия прочности по нормальным напряжениям определить допускаемую нагрузку q на балку. Расчетное допускаемое напряжение $[\sigma] = 210 \text{ МПа}$.



3. Из условия прочности по нормальным напряжениям определить допускаемую нагрузку q на балку. Расчетное допускаемое напряжение $R = 210 \text{ МПа}$.



4. Для балки, представленной на схемах, построить эпюры M . Определить опасный участок

$P=1 \text{ т.}, l=1,5 \text{ м.}, a=0,5 \text{ м.}$	$P=1 \text{ т.}, l=2 \text{ м.}, a=0,5 \text{ м}$
$q=4 \text{ т/м}, l=1,5 \text{ м.}, a=0,5 \text{ м.}$	

2. Элементы механики деформируемого твердого тела.

1. Стержень растягивается силами, равномерно распределенными по конечным поперечным сечениям. Вычислить касательное и нормальное напряжения на площадке, наклоненной под углом 30° , если площадь поперечного сечения 5 см^2 , растягивающие силы равны 40 кН .

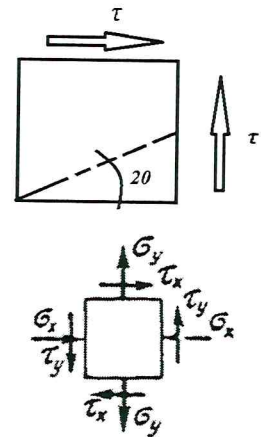
2. Элемент, выделенный около некоторой точки бруса, подвержен действию растягивающих нормальных напряжений $\sigma_1 = 24 \text{ МПа}$, действующих в горизонтальном направлении, и касательных $\tau = 35 \text{ МПа}$, действующих в вертикальном направлении. определить величину $\tau_{\max}$.

3. Элемент, выделенный около некоторой точки бруса, подвержен действию растягивающих нормальных напряжений $\sigma_1 = 24 \text{ МПа}$, действующих в горизонтальном направлении, и касательных $\tau = 35 \text{ МПа}$, действующих в вертикальном направлении. Определить наклон сечения, при котором $\tau_\alpha = 0$.

4. Цилиндрический тонкостенный сосуд диаметром $1,8 \text{ м}$ с толщиной стенки 20 мм наполнен паром под давлением 15 атм . Определить $\tau_{\max}$ в стенке.

5. На гранях прямоугольного параллелепипеда действуют касательные напряжения $\tau = 9 \text{ МПа}$. Определить нормальные напряжения σ_α в плоскости, наклоненной под углом 20° .

6. Стальной кубик находится под действием сил, создающих плоское напряженное состояние. Определить главные напряжения. $\sigma_x = 30 \text{ МПа}$, $\sigma_y = 20 \text{ МПа}$, $\tau_x = 10 \text{ МПа}$



3. Элементы механики машин и механизмов

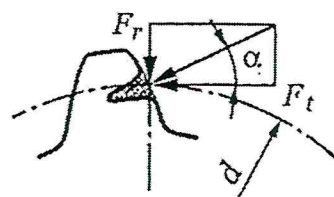
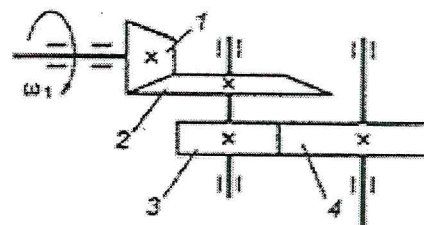
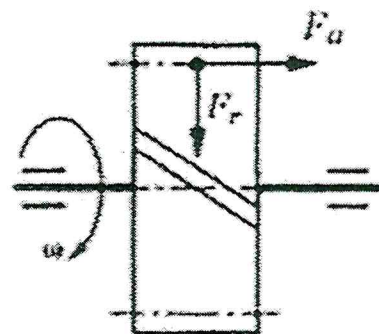
1. Определить число зубьев ведущего колеса, если передаточное отношение пары зубчатых колес 2; модуль зацепления 2,5 мм; межосевое расстояние 120 мм.

2. Определить передаточное отношение передачи, если диаметр делительной окружности шестерни 59,5 мм; модуль зуба 3,5 мм; число зубьев второго колеса 68.

3. Определить осевую силу в зацеплении косозубой цилиндрической передачи, если торцевой модуль зацепления $m_t = 5,11$ мм; число зубьев шестерни 21, угол наклона зубьев 12° ; вращающий момент на валу шестерни 34,5 Нм.

4. Определить число оборотов выходного вала, если делительные диаметры колес $d_1 = 50$ мм, $d_2 = 200$ мм, $d_3 = 35$ мм, $d_4 = 70$ мм; угловая скорость ведущего вала $\omega_1 = 300$ рад/сек.

5. Определить радиальную силу F_r в цилиндрической прямозубой шестерни, делительный диаметр которой 125 мм, если мощность на ведущем валу передачи 4 кВт; угловая скорость 50 рад/сек.



Список рекомендованной литературы

№№ п-п	Автор и наименование	Вид пособия	Год издания	Кол-во экз. в библиотеке
основная литература:				
ОЛ-1	Савич, В. Л., Малинин В.Г. Теоретические основы расчетов прочности: учебное пособие / В. Л. Савич, В.Г. Малинин – Ухта : Изд-во Ухтинского государственного технического университета, 2022.	УП	2022	УГТУ. Режим доступа: http://lib.ugtu.net/book/41912/
ОЛ-2	Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Соппротивление материалов / И. А. Биргер, Р.Р. Мавлютов. - Москва: Наука, 1986. - 560 с.	УП	1986; 2-изд. 2019	Библиотека кафедры механики 303 Л
ОЛ-3	Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности / В. И. Самуль. - М: «Высш. школа», 1970. - 288 с.	УП	1970; 2-е изд 1982	Библиотека кафедры механики, 303 Л Библиотека УГТУ, абонемент корп. Л, 57 шт.
ОЛ-4	Лурье А. И. Теория упругости / А. И. Лурье. - Москва: Наука, 1970. - 939 с	УП	1970	Библиотека кафедры механики 303 Л
ОЛ-5	Кучерявый В. И., Савич В.Л., Семиткина Е. В. Терентьева М. В. Элементы механики деформируемого твердого тела: учебное пособие / В.И. Кучерявый, В. Л. Савич, Е.В. Семиткина, М.В. Терентьева – Ухта: Изд-во Ухтинского государственного технического университета, 2020.	УП	2020	УГТУ. Режим доступа http://lib.ugtu.net/book/41679/
ОЛ-6	Шарыгин А.М., Савич В.Л. Малинина Н.А. Соппротивление материалов. Лабораторный практикум: учебное пособие / В. Л. Савич, А. М. Шарыгин, Н. А. Малинина. – Ухта : Изд-во УГТУ, 2023. – 70 с. – Текст: электронный	УП	2023	УГТУ. Режим доступа: http://lib.ugtu.net/book/42300/
ОЛ-7	Беляев Н.М. Соппротивление материалов: учебное пособие - 14-е изд. –М.: Изд.-во «Наука», 1976. – 608 с.	УП	1976	Библиотека кафедры механики 303 Л

№№ п-п	Автор и наименование	Вид пособия	Год издания	Кол-во экз. в библиотеке
ОЛ-8	Куклин Н. Г. Детали машин: Учебник / Н.Г. Куклин, Г.С. Куклина, В.К. Житков. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 512 с.	У	2015	Режим доступа http://znanium.com/bookread2.php?book=496882
ОЛ-9	Бурмистров В. А., Крючков С. В., Тихонов Е.А., Родионов А.В. Прикладная механика. Рабочая тетрадь для проверки знаний : учебное пособие / Е. А. Тихонов, А. В. Родионов, С. В. Крючков, В. А. Бурмистров. – Ухта : Изд-во Ухтинского государственного технического университета, 2023.	УП	2023	УГТУ. Режим доступа http://lib.ugtu.net/book/42141/ .
ОЛ-10	Чурюмов, В. Ю., Крючков С. В. Прикладная механика. Детали машин и основы конструирования: курсовой проект : учебное пособие / В. Ю. Чурюмов, С. В. Крючков. – Ухта: Изд-во Ухтинского государственного технического университета, 2022.	УП	2022	УГТУ. Режим доступа http://lib.ugtu.net/book/41988/ .
дополнительная литература:				
ДЛ-1	Попов А.С., Юнин Е.К. Математические основы механики сплошной среды : Учеб. пособие / Е.К. Юнин, А.С. Попов. - Ухта: Изд-во УГТУ, 2006. - 48 с. : ил.	УП	2006	УГТУ. Режим доступа: http://lib.ugtu.net/book/6392/
ДЛ-2	Ицкович Г.М. Сопротивление материалов: учеб. для учащихся машиностроительных техникумов. – 7-е изд., испр. - М.: Высш. Шк., 1987. – 352 с.	У	1987	Библиотека кафедры механики 303 Л
ДЛ-3	Мастеров В.А., Берковский В. С. Теория пластической деформации и обработка металлов давлением. –М.: Изд.-во «Металлургия», 1970. – 296 с.	Др.	1970	Библиотека кафедры механики 303 Л
ДЛ-4	Гастев В.А. Краткий курс сопротивления материалов. –М.: Наука, 1977. –456 с.	У	1977	Библиотека кафедры механики 303 Л
ДЛ-5	Беляев Н.М. Лабораторные работы по сопротивлению материалов: учебное пособие – 5-е изд, испр и доп. –М.: ГИТТЛ, 1954.	УП	1954	Библиотека кафедры механики 303 Л