

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГАОУ ВО «МГТУ»)**

**Методические указания  
к практическим занятиям студентов**

**Сопротивление материалов**  
(для всех специальностей и форм обучения)

Разработчик

Прежин С.Д., ст. преподаватель

## Оглавление

1. Общие организационно-методические указания .....	3
2. Наименование тем и содержание самостоятельной работы .....	4
3. Список рекомендуемой литературы .....	5
4. Методические указания к изучению тем дисциплины .....	6

## **1. Общие организационно-методические указания**

1.1. Целью практической (лабораторной) работы является: закрепление и углубление теоретических знаний по изучаемой дисциплине, формирование навыков применения математического аппарата к решению поставленных задач.

1.2. Задачей практических (лабораторных) занятий является изучение методов расчета типовых задач, а также практическое осмысление основных теоретических положений курса.

1.3. При решении задач обращается внимание на логику решения, на физическую сущность используемых величин, их размерность. Далее проводится анализ полученного решения, результат сопоставляется с реальными объектами, что вырабатывает у студентов инженерную интуицию.

1.4. Настоящие методические указания предназначены для руководства в проведении практических (лабораторных) занятий и для их оценки.

1.5. В настоящих указаниях представлены темы, изучаемые студентами в процессе аудиторных занятий, а также некоторые дополнительные вопросы для более глубокого изучения дисциплины.

1.6. Дополнительные методические указания и разъяснения по конкретным вопросам могут быть получены непосредственно у преподавателя в часы индивидуальных вечерних консультаций.

## 2. Наименование тем практических работы

1. Введение. Предмет и задачи курса СМ, его связь с общетехническими дисциплинами. Критерии работоспособности деталей машин. Основные гипотезы и допущения СМ. Реальные объекты и расчетные схемы. Нагрузки, действующие на элементы конструкций.
2. Внутренние силовые факторы (ВСФ). Метод сечений. Эпюры ВСФ.
3. Понятие о напряжениях и деформациях. Типы простых деформаций. Зависимость между деформациями и напряжениями. Закон Гука.
4. Расчеты на прочность и жесткость при основных видах нагружения и сложном сопротивлении Осевое растяжение и сжатие. Эпюра продольной силы. Определение напряжений, деформаций и перемещений.
5. Механические характеристики материалов. Диаграммы растяжения, сжатия, напряжений. Сравнительная характеристика механических свойств пластичных и хрупких материалов. Выбор допускаемых напряжений.
6. Сдвиг. Основные понятия. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука. Допускаемые напряжения сдвига (скалывания, среза). Расчет на прочность заклёпочных и сварных соединений.
7. Геометрические характеристики плоских сечений. Осевой, полярный и центробежный моменты инерции. Моменты инерции простейших фигур.
8. Кручение стержней круглого сечения. Эпюра крутящего момента. Напряжения и деформации при кручении. Условия прочности и жёсткости. Расчет валов и тонкостенных оболочек.
9. Плоский изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента. Нормальные напряжения при плоском изгибе. Перемещения при изгибе. Расчет на прочность при изгибе.
10. Сложное напряженное состояние. Понятие о теориях прочности.
11. Сложное сопротивление. Основные понятия. Изгиб с кручением. Расчет вала на совместное действие кручения и изгиба.
12. Устойчивость сжатых стержней и оболочек. Основные понятия. Формулы Эйлера и Ясинского. Расчет на устойчивость.

### 3. Список рекомендуемой литературы

1. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. - М., Наука, 1986.-608 с.
2. Феодосьев В.М. Сопротивление материалов: учеб. для вузов / В. И. Феодосьев. - 10-е изд., перераб. и доп. - Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана , 1999. - 592 с.
3. Степин, П. А. Сопротивление материалов: учебник / П. А. Степин. - Изд. 13-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. - 319 с.
4. Дарков, А. В. Сопротивление материалов: учеб. для студентов высш. техн. учеб. заведений : репр. изд. / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. - Изд. 5-е, перераб. и доп. - Москва : Альянс, 2014. - 622, [2] с.
5. Александров А.В. Сопротивление материалов : учебник для вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин; под ред. А. В. Александрова. - 4-е изд., испр. - Москва : Высш. шк., 2004. - 560 с.
6. Махорин Н.И. . Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. - Мурманск, МГАРФ, 1992.- 199 с.
7. Суднин В.М. Основы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость. - Мурманск, МГАРФ, 1995.- 180с.
8. Сопротивление материалов: пособие по решению задач / И. Н. Миролубов [и др.]. - Изд. 6-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2004. - 508 с.
9. Афанасьев А.М., Марьин В.А. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов. - М., Наука, 1975.-288 с.
10. Ободовский Б.А., Ханин С.Е. Сопротивление материалов в примерах и задачах. - Харьков, Изд-во Харьк. ун-та, 1971.-312 с.

#### 4. Методические указания к изучению тем дисциплины

1. Введение. Предмет и задачи курса СМ, его связь с общетехническими дисциплинами. Критерии работоспособности деталей машин. Основные гипотезы и допущения СМ. Реальные объекты и расчетные схемы. Нагрузки, действующие на элементы конструкций.

[1], стр. 15-25, [2], стр. 9-29, [3], стр.4-18, [4], стр.4-18.

##### Контрольные вопросы:

В чем состоят задачи расчетов на прочность? на жесткость? на устойчивость?

При каких условиях для реальных тел можно использовать модели бруса, пластины, оболочки, массива?

Что представляет собой расчетная схема сооружения и чем она отличается от действительного сооружения?

По каким признакам и как классифицируются нагрузки?

Что представляет собой интенсивность распределенной нагрузки?

2. Внутренние силовые факторы (ВСФ). Метод сечений. Эпюры ВСФ. [1], 160,199-211, [2], стр.33, 133, 93, [3], стр.22,109,132-138.

##### Задачи для решения:

Построить эпюры ВСФ [8] № 1-6, 184-187, 237, 238, 242, 243

##### Контрольные вопросы:

Какие случаи деформации бруса называются центральным растяжением?

Как вычисляется значение продольной силы в произвольном поперечном сечении бруса?

Что представляет собой эпюра продольных сил и как она строится?

Какой вид имеют эпюры продольных сил для бруса, нагруженного несколькими осевыми сосредоточенными силами и равномерно распределенной осевой нагрузкой?

Как распределены нормальные напряжения в поперечных сечениях центрально-растянутого или центрально-сжатого бруса и чему они равны?

3. Понятие о напряжениях и деформациях. Типы простых деформаций. Зависимость между деформациями и напряжениями. Закон

Гука. [2], стр.22 - 29.

Контрольные вопросы:

Как формулируется закон Гука?

Что называется модулем упругости материала и какова его размерность?

Отличие между абсолютным и относительным удлинением? Их размерности.

Гипотеза плоских сечений при одноосном растяжении и сжатии.

Зависимость между продольной и поперечной деформациями.

4. Расчеты на прочность и жесткость при основных видах нагружения и сложном сопротивлении Осевое растяжение и сжатие. Эпюра продольной силы. Определение напряжений, деформаций и перемещений.

[5] стр. 22 – 29, 47 – 67, [7] стр. 160 – 166, [6] стр. 5 – 19.

Задачи для решения:

[8] № 9-14

Контрольные вопросы:

Запишите условие прочности материала при растяжении – сжатии.

Какие три типа задач можно решать с использованием условия прочности при растяжении – сжатии?

Что такое жесткость конструкции, от каких факторов она зависит при растяжении – сжатии?

Что такое допускаемое напряжение, как оно определяется?

Сформулируйте гипотезу плоских сечений.

Как выбирается коэффициент запаса прочности?

5. Механические характеристики материалов. Диаграммы растяжения, сжатия, напряжений. Сравнительная характеристика механических свойств пластичных и хрупких материалов. Выбор допускаемых напряжений.

[1], стр.39-63 [2], стр.58-85, [3], стр.30-47, [4], стр.33.

Контрольные вопросы:

Что такое условная диаграмма напряжений?

Показать на диаграмме предел прочности, предел текучести, предел упругости и предел пропорциональности.

Чем отличается диаграмма истинных напряжений от диаграммы условных напряжений?

Чем отличается диаграмма растяжения хрупких материалов?

Что такое  $\sigma_{0,2}$  ?

6. Сдвиг. Основные понятия. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука. Допускаемые напряжения сдвига (скалывания, среза). Расчёт на прочность заклёпочных и сварных соединений. [1], стр. 122,147-154, [3], стр.83-86, [4], стр.121-128.

Задачи для решения:

[8] № 143-149

Контрольные вопросы:

Какой случай плоского напряженного состояния называется чистым сдвигом?

Что представляют собой площадки чистого сдвига?

Какая зависимость имеет место между нормальными напряжениями по двум взаимно перпендикулярным площадкам при чистом сдвиге?

Напишите выражение закона Гука при сдвиге.

Докажите, что при чистом сдвиге объемная деформация равна нулю.

Приведите примеры конструкций, работающих в условиях сдвига.

7. Геометрические характеристики плоских сечений. Осевой, полярный и центробежный моменты инерции. Моменты инерции простейших фигур. [1], стр.169,227-244, [2], стр. 121-128, [3], стр.93-103, [4], стр.135-154.

Задачи для решения:

[8] № 151, 152, 155, 159, 160, 163.

Контрольные вопросы:

Что называется статическим моментом сечения относительно оси?

Что называется осевым, полярным и центробежным моментами инерции сечения?

В каких единицах выражается статический момент сечения?

Какая зависимость существует между статическими моментами относительно двух параллельных осей?

Чему равен статический момент относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения?

Как определяются координаты центра тяжести простого и сложного (составного) сечений?



8. Кручение стержней круглого сечения. Эпюра крутящего момента. Напряжения и деформации при кручении. Условия прочности и жёсткости. Расчет валов и тонкостенных оболочек. [1], стр. 160-181, [2], стр.89-111, [3], стр.109-129, [4], стр.166-191.

Задачи для решения:

[8] № 168-172, 178-181

Контрольные вопросы:

При каком нагружении прямой брус испытывает деформацию кручения?

Как вычисляется скручивающий момент, передаваемый шкивом, по заданной мощности и числу оборотов в минуту?

Перечислите предпосылки теории кручения прямого бруса круглого поперечного сечения.

Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого бруса при кручении и как они направлены?

Выведите формулу для определения напряжений в поперечном сечении скручиваемого круглого бруса.

9. Плоский изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента. Нормальные напряжения при плоском изгибе. Перемещения при изгибе. Расчет на прочность при изгибе [1], стр.214-268, 276-301, [2], стр.165-169, [3], стр.140-161, 164-197, [4], стр.239-277, 287-294.

Задачи для решения:

[8] № 315-318, 331-335, 393-398

Контрольные вопросы:

Какой вид деформации бруса называют изгибом?

Что такое силовая плоскость, силовая линия?

В каких случаях изгиб следует считать плоским? пространственным? прямым? косым?

Какие внутренние силовые факторы в общем случае возникают в поперечном сечении бруса при изгибе? Как определить их величину?

Какой изгиб называют чистым? поперечным?

Почему точное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки можно заменить приближенным уравнением?

Выведите основное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.

Какая дифференциальная зависимость существует между прогибами и углами поворота сечений балки?

Из каких условий определяются постоянные интегрирования, входящие в уравнение углов поворота и прогибов сечений балки?

10. Сложное напряженное состояние. Понятие о теориях прочности. [1], стр.127-145, [2], стр. 292-316, [3], стр.221-231, [4], стр.340-350.

#### Контрольные вопросы:

Что называется опасным состоянием материала? Чем характеризуется наступление опасного состояния для пластичных и хрупких материалов?

Какая точка тела называется опасной?

Что называется допускаемым напряженным состоянием?

Почему причина опасного состояния не имеет значения для расчетов на прочность при одноосном напряженном состоянии?

Почему определение прочности в случаях сложного (плоского или пространственного) напряженного состояния приходится производить на основе результатов опытов, проводимых при одноосном напряженном состоянии?

Что представляют собой теории прочности?

11. Сложное сопротивление. Основные понятия. Изгиб с кручением. Расчет вала на совместное действие кручения и изгиба. [1], стр.354-391, [2], стр.173-176, [3], стр. 236-258, [4], стр. 355-389.

#### Задачи для решения:

[8] № 669-674, 681, 683.

#### Контрольные вопросы:

Что называют сложным сопротивлением?

Что называют нулевой линией?

Как производится подбор сечения при совместном действии изгиба с кручением (на примере 3 гипотезы прочности).

12. Устойчивость сжатых стержней и оболочек. Основные понятия.

Формулы Эйлера и Ясинского. Расчет на устойчивость. [1], стр.447-472, [2], стр. 413-450, [3], стр.264-281, [4], стр.483-496.

Задачи для решения:

[8] № 734-736, 745-747

Контрольные вопросы:

Дайте определение устойчивости.

Что называют критической силой?

Чему равен коэффициент приведения длины для различных способов закрепления.

Запишите формулу Эйлера. Каковы границы её применимости?

Что называют гибкостью стержня?

Запишите формулу Ясинского. Каковы границы её применимости?

### 5. Критерии и шкала оценивания практической работы.

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание не выполнено ИЛИ Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.