

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Х.М. БЕРБЕКОВА» (КБГУ)**

**Институт архитектуры, строительства и дизайна**

**Кафедра строительных конструкций и механики**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной  
программы

Директор института

\_\_\_\_\_ Х.М. Сенов

\_\_\_\_\_ Т.А. Хежев

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.07.06 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

Направление подготовки  
**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Профиль подготовки  
**" Промышленная робототехника и робототехнические системы"**

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Сопротивление материалов»** /составитель Барагунова Л.А. \_\_\_\_ – Нальчик: КБГУ, 2024. - 23 с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника в 3 и 4 семестрах на 2 курсе.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.08. 2020 г. № 1046.

## Содержание

	с.
1 Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4 Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5 Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	9
6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	20
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	22
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	23
9 Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	24

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний в области сопротивления материалов, обеспечение базы инженерной подготовки, теоретическая и практическая подготовка в области прикладной механики деформируемого твердого тела, развитие инженерного мышления.

Задачами изучения дисциплины являются:

овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин; овладение основными законами механики деформируемого твердого тела, методами и приемами решения конкретных прочностных задач при различных видах деформации; формирование навыков механических испытаний образцов различных материалов и деталей машин; развитие способности использовать прочностные и жесткостные расчеты при проектировании машиностроительных изделий заданного качества при наименьших затратах материала

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина Б1.О.06.06 Сопротивление материалов относится к вариативной части учебного плана направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. Профиль подготовки *Промышленная робототехника и робототехнические системы*.

Программа дисциплины «Сопротивление материалов» предназначена для освоения студентами 2 курса.

Изучение дисциплины требует знания, полученные при освоении ранее изученных дисциплин «Математика», «Информатика», «Физика», «Инженерная графика», «Теоретическая механика».

Требования к входным знаниям, умениям студентов.

Студент должен:

**Знать:** фундаментальные основы высшей математики, современные средства вычислительной техники, основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической физики.

**Уметь:** самостоятельно использовать математический аппарат; работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять полученные знания по физике и теоретической механике при изучении курса «Сопротивление материалов».

**Владеть:** первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой, навыками ведения физического эксперимента.

Дисциплина необходима для успешного освоения курсов *данного цикла*.

## 3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины студенты должны овладеть следующими общекультурными и профессиональными компетенциями:

*-способностью воспринимать и применять общеинженерные знания при решении задач в области мехатроники и робототехники (ОПК-1.2)*

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основные законы механики деформируемого твердого тела, фундаментальные понятия, основные гипотезы и принципы сопротивления материалов.

**уметь:** применять полученные знания сопротивления материалов при изучении других дисциплин и при проектировании конкретных машиностроительных изделий.

**владеть:** современной аппаратурой и испытательными машинами, навыками проведения механических экспериментов и их обработки с анализом результатов.

## 4. Содержание и структура дисциплины

*Дисциплина изучает основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов; задачи, гипотезы, метод сечений, силы внешние и внутренние, растяжение, сжатие, кручение, изгиб, расчет на прочность и жесткость, элементы теории напряженного*

состояния, сложное сопротивление, продольный изгиб, прочность при циклически изменяющихся напряжениях.

#### 4.1 Содержание разделов дисциплины

№ №	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма контроля
1	Введение	Основные понятия, законы, гипотезы и принципы сопротивления материалов	Т, РК
2	Растяжение, сжатие стержней	Нормальные силы и напряжения. Расчёты на прочность при растяжении и сжатии.	РГЗ, К, Т, РК
3	Напряжённое состояние в точке	Понятия о напряжённом состоянии в точке. Напряжения. Основы теорий прочности.	РГЗ, К, Т, РК
4	Геометрические характеристики плоских сечений	Моменты инерции сечений. Понятие о главных центральных моментах инерции сечения. Осевые моменты инерции простейших сечений.	РГЗ, К, Т, РК
5	Кручение стержней	Чистый сдвиг. Крутящий момент. Расчёты на прочность и жёсткость при кручении.	РГЗ, К, Т, РК
6	Изгиб стержней	Прямой изгиб. Чистый и поперечный изгиб. Основные расчётные предпосылки и формулы при изгибе.	РГЗ, К, Т, РК
7	Условие прочности при изгибе	Понятие опасного сечения, условие прочности при изгибе. Расчёты на прочность при изгибе.	РГЗ, К, Т, РК
8	Определение перемещений при изгибе	Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки, определение перемещений.	РГЗ, К, Т, РК
9	Теория напряжённого и деформированного состояний	Напряжённое состояние в точке. Тензор напряжений. Определение напряжений в площадке общего положения. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния.	РГЗ, К, Т, РК
10	Сложное сопротивление	Основные понятия. Изгиб с кручением. Условия прочности для изгиба с кручением	РГЗ, К, Т, РК
11	Устойчивость стержней	Устойчивость сжатых стержней. Основные понятия. Порядок выполнения расчёта на устойчивость.	РГЗ, К, Т, РК, Л

## 4.2 Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 часа

Вид работы	ОФО	
	3 семестр	4 семестр
<b>Общая трудоёмкость (в часах)</b>	<b>72</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>34</b>	<b>45</b>
<i>Лекции (Л)</i>	17	15
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	17	15
<i>Лабораторные работы (ЛЗ)</i>	-	15
<b>Самостоятельная работа (в часах)</b>	<b>29</b>	<b>36</b>
Расчётно-проектировочные работы (РПР)	10	20
Самостоятельное изучение разделов	10	10
Контрольная работа (К)	9	6
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	<b>27</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	Зачёт	Экзамен

## 4.3. Лекционные занятия

№	Темы
1	ВВЕДЕНИЕ. Основные понятия, законы, гипотезы и принципы сопротивления материалов. Задачи сопротивления материалов. Классификация нагрузок. Основные допущения. Метод сечений. Виды нагружения. Напряжения.
2	РАСТЯЖЕНИЕ, СЖАТИЕ СТЕРЖНЕЙ. Нормальные силы и напряжения в поперечном сечении стержня. Перемещения и деформации. Закон Гука. Напряжённое состояние при одноосном растяжении. Статические испытания материалов. Основные механические характеристики. Расчёты на прочность при растяжении и сжатии.
3	НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ В ТОЧКЕ. Понятия о напряжённом состоянии в точке. Напряжения при двухосном напряжённом состоянии. Главные площадки и главные напряжения. Основы теорий прочности.
4	ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ. Моменты инерции сечений. Понятие о главных центральных моментах инерции сечения. Осевые моменты инерции простейших сечений.
5	СДВИГ И КРУЧЕНИЕ. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Практические примеры расчета на сдвиг. Крутящий момент. Построение эпюр. Кручение круглого прямого стержня. Основные предпосылки и формулы. Расчёты на прочность и жёсткость при кручении.
6	ИЗГИБ СТЕРЖНЕЙ. Прямой изгиб. Чистый и поперечный изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Основные расчётные предпосылки и формулы при изгибе.
7	УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ. Понятие опасного сечения, условие прочности при изгибе. Расчёты на прочность при изгибе.

8	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПРИ ИЗГИБЕ. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки, определение перемещений. Энергетический метод определения перемещений
9	ТЕОРИЯ НАПРЯЖЁННОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЙ. Напряжённое состояние в точке. Тензор напряжений. Определение напряжений в площадке общего положения. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Круговая диаграмма напряжённого состояния. Экстремальные значения касательных напряжений. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука для изотропного тела. Потенциальная энергия деформации. Удельная энергия изменения объема и удельная энергия изменения формы.
10	СЛОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ. Основные понятия. Изгиб с кручением. Условия прочности для изгиба с кручением.
11	УСТОЙЧИВОСТЬ СТЕРЖНЕЙ. Устойчивость сжатых стержней. Основные понятия. Порядок выполнения расчета на устойчивость. Продольный изгиб.

#### 4.4. Практические занятия

№№	Тема
1.	Определение внутренних сил методом сечений
2.	Определение продольных сил и нормальных напряжений при растяжении и сжатии. Построение эпюр. Расчёты на прочность при растяжении-сжатии.
3.	Определение геометрических характеристик поперечных сечений
4.	Определение крутящих моментов, напряжений и углов закручивания в поперечных сечениях стержня при кручении. Построение эпюр. Расчёты на прочность и жёсткость при кручении. Кручение статически неопределимого стержня
5.	Определение поперечных сил и изгибающих моментов. Построение эпюр. Расчёты на прочность и жёсткость при изгибе
6.	Расчёт балки при косом изгибе.
7.	Расчёт балки при продольном изгибе
8.	Расчёт стойки на устойчивость

#### 4.5. Лабораторные занятия

№ п/п	Тема
1.	Определение реакций опор
2.	Определение центра тяжести сечений
3.	Испытание стального образца на разрыв
4.	Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов
5.	Определение модуля сдвига стали
6.	Испытание металлического образца на срез и дерева на скалывание
7.	Испытание балки на изгиб.

#### 4.6. Расчётно-проектировочные работы

В соответствии с программой курса и планом организации самостоятельной работы студенты выполняют расчётно-проектировочные работы. Исходные данные для РПР берутся из пособия: Культербаев Х.П., Барагунова Л.А. Сопротивление материалов. Задачи для домашних заданий, примеры решений. Нальчик, Каб.-Балк. ун-т, 2019.

##### 3 семестр

№ №	Наименование работ	Номера недель
РГР №1	Задача 1. Определение внутренних сил методом сечений Задача 2. Растяжение–сжатие прямолинейного ступенчатого стержня	3-7
РГР №2	Задача 3. Расчёт шарнирно-стержневой системы на прочность Задача 4. Расчёт на растяжение – сжатие ступенчатого стержня с зазором	8-12
РГР №3	Задача 7. Геометрические характеристики поперечного сечения	13-18

##### 4 семестр

№ №	Наименование работ	Номера недель
РГР №1	Задача 9. Кручение статически неопределимого стержня	3-7
РГР №2	Задача 10. Прямой поперечный изгиб балки	8-12
РГР №3	Задача 17. Расчёт стойки на устойчивость	13-18

**Методические рекомендации к расчётно-проектировочным работам:** при выполнении и оформлении РПР студент сталкивается с множеством вопросов, которые недостаточно поясняются в технической части дисциплины.

При выполнении работ, в которых применяется вычислительная техника, требуется составление и отладка компьютерной программы или использование готовых программных продуктов для ручного счёта, студенту должны быть даны инструкции, конкретные указания и т.д.

Не следует студенту проводить вычисления с излишне большим числом значащих цифр. Необходимо пояснить ему, что сохранение в записи числа (результатах вычислений) четырёх значащих цифр обеспечивает необходимую инженерную точность в расчётах.

Следует обратить внимание студента при оформлении работ, что в начале каждой задачи должны быть приведены её номер, текст условия, расчётная схема и таблица исходных данных, а также, что все последующие выкладки должны представлять собой стройную логическую последовательность и сопровождаться лаконичным пояснительным текстом.

Как правило, при проверке работ преподавателем обнаруживаются ошибки, неточности в расчётах и чертежах, которые студенту необходимо исправлять. Замечания преподавателя должны быть достаточно подробными, ясными для студента. Если замечания мелкие и немногочисленные, то можно разрешить студенту устранить их прямо на первоначальных листах чертежей и записей. Если же они многочисленны или таковы, что вызывают существенные изменения в последующих расчётах и чертежах, то предлагается выполнить работу заново. При повторном представлении работы студент обязан прилагать первоначальные записи и чертежи с замечаниями, что ускорит её проверку.

Каждая работа принимается с защитой и выставлением оценки. При этом учитываются качество выполнения задания, технические знания студента по теме, его умения и навыки решения конкретных практических задач. При неудовлетворительной защите работа не засчитывается, студенту предлагается повторная защита или выдаётся другое задание для выполнения вновь.



#### 4.7. Самостоятельно изучаемые разделы дисциплины

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Балки рационального сечения
2	Основы теорий напряжённого и деформированного состояний
3	Сложное сопротивление
4	Критерии пластичности и разрушения
5	Прочность при циклических напряжениях

### 5. Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации

#### 5.1 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Контроль текущей успеваемости проводится по действующей в КБГУ рейтинговой системе в соответствии с утверждёнными положениями и нормативными актами. Промежуточные аттестации проводятся 3 раза в семестре по календарным графикам дирекции. В зависимости от успешности обучения студенту каждый раз назначаются количества баллов, максимальные значения которых следующие:

1 рейтинг – 23; 2 рейтинг – 23; 3 рейтинг – 24.

При подсчёте баллов в каждом семестре учитываются: посещаемость занятий, сдача расчётно-проектировочных домашних заданий, результаты компьютерного тестирования и выполнения контрольных работ.

Распределение контрольных мероприятий по рейтинговой системе оценки успешности обучения приведено в таблице.

№ п/п	Контрольные мероприятия	Максимальный балл	Распределение по контрольным точкам
1	Посещение занятий	10	3 + 3 + 4
2	Тестирование	18	6 + 6 + 6
3	Контрольные работы	18	6 + 6 + 6
4	Иные формы контроля (коллоквиум и защита РГР)	24	8 + 8 + 8
Итого:		70	23 + 23 + 24

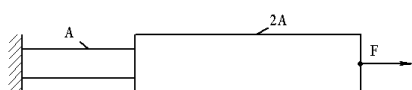
Письменные контрольные работы посвящены решению ключевых задач и проводятся 3 раза в семестре (перед каждым подведением итогов по рейтинговой системе).

### ЗАДАЧИ

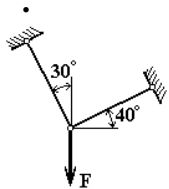
#### Тема: Центральное растяжение и сжатие стержней

##### Задача 1.

Определить внутренние силы и напряжения в сечениях стержня при растяжении-сжатии. Построить эпюры.



## Задача 2



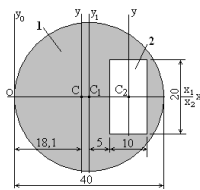
Из расчёта на прочность по допускаемым напряжениям определить требуемые площади поперечных сечений стержней.

*Методические рекомендации по решению задач.*

Приступая к рассмотрению примеров и самостоятельному решению задач, необходимо внимательно прочесть контент по соответствующему вопросу темы. Важнейшие понятия: внутренние силы, эпюры, расчеты на прочность. При решении использовать уравнения равновесия, формулы, указанные в лекции 2.

**Тема: Геометрические характеристики поперечных сечений стержней**

**Задача 1.** Определить положение центра тяжести.



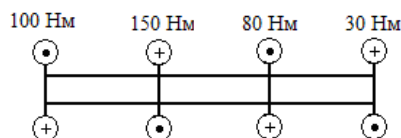
*Методические рекомендации по решению задач.*

Приступая к рассмотрению примеров и самостоятельному решению задач, необходимо внимательно прочесть контент по соответствующему вопросу темы. Важнейшие понятия: простейшие сечения, координаты центра тяжести. При решении задач использовать формулы, представленные в лекции 4.

**Тема: Кручение стержня круглого сечения**

**Задача 1.**

Определить внутренние усилия в сечениях. Построить эпюры крутящих моментов.

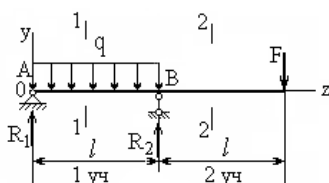


*Методические рекомендации по решению задач*

При решении использовать уравнения равновесия, формулы, указанные в лекции 5.

**Тема: Внутренние усилия и напряжения в балках и рамах при изгибе**

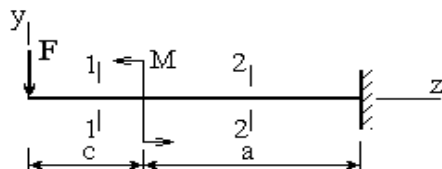
**Задача 1.**



Для заданной балки построить эпюры поперечных сил  $Q$  и изгибающих моментов  $M$ .

## Задача 2.

Подобрать стальной прокатный двутавр из расчёта на прочность по первому предельному состоянию.



*Методические рекомендации по решению задач*

При решении использовать уравнения равновесия, формулы, указанные в лекции 6-7.

Для текущего контроля успешности обучения используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы для компьютерного тестирования (тестовые задания) по дисциплине. Содержание тестов охватывает все разделы дисциплины.

### Образцы тестовых заданий:

*Тест* – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

#### РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА № 1

**I:**

**S:** Соответствие между нагрузками и единицами измерения

сосредоточенная сила  $F$

$$\sigma < [\sigma_c]$$

нагрузка, распределённая вдоль линии

$$\text{Н/м}$$

нагрузка, распределённая по поверхности

$$\text{Н/м}^2$$

нагрузка, распределённая по объёму

$$\text{Н/м}^3$$

**I:**

**S:** Соответствие между внутренними силами в сечениях и их обозначениями

продольная сила

$$N$$

поперечные силы

$$Q_y \quad Q_x$$

изгибающие моменты

$$M_x \quad M_y$$

крутящий момент

$$M_k$$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Следующие уравнения являются уравнениями равновесия

☒  $\sum X = 0$

☐  $\sum F_i = F$

☒  $\sum Y = 0$

☐  $\sum A_i = A$

☐  $F_1 / x_1 + F_2 / x_2 = 0$

.....

#### РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА № 2

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Напряжённым состоянием в точке называется:

☒ совокупность напряжений возникающих во множестве площадок, проходящих через рассматриваемую точку

☐ совокупность напряжений, приложенных к граням элементарного параллелепипеда

☐ совокупность напряжений, возникающих по двум взаимно перпендикулярным площадкам

☐ совокупность напряжений, возникающих в поперечном сечении стержня

.....  
**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Касательное напряжение в сечении закрученного стержня определяется формулой

☐  $\tau = \frac{M_k}{J_p \rho}$

☒  $\tau = \frac{M_k \rho}{J_p}$

☐  $\tau = \frac{M_k J_p}{\rho}$

☐  $\tau = \frac{M_k}{A} \rho$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Наибольшее касательное напряжение в сечении закрученного стержня равно

☐  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{A}$

☐  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{J_p}$

☒  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{W_p}$

☐  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{GJ_p}$

.....  
**РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА № 3**

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Нормальные напряжения в поперечном сечении балки при изгибе

☒  $\sigma = -\frac{M}{J_x} y$

☐  $\sigma = \frac{M}{EJ_x} y$

☐  $\sigma = \frac{N}{A}$

☐  $\sigma = \frac{QS}{Jb}$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Наибольшее нормальное напряжение в сечении балки при изгибе равно

☒  $\sigma_{\max} = \frac{M}{W_x}$

☐  $\tau_{\max} = \frac{M}{EJ_x}$

☐  $\sigma_{\max} = \frac{M}{J_x}$

☐  $\sigma_{\max} = \frac{Q}{W_x}$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Условие прочности изгибаемой балки из пластичного материала имеет вид

☐  $\sigma_{\max} = \frac{QS}{Jb} \leq [\sigma]$

☐  $\sigma_{\max} = \frac{Q_{\max}}{A} \leq [\tau]$

☒  $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma]$

☐  $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \leq [\sigma]$

.....

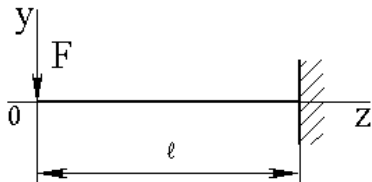
**4 семестр**

**РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА № 1**

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Произвольные постоянные интегрирования дифференциального уравнения изогнутой оси балки могут быть найдены из граничных условий



☐  $\theta(0) = 0, \quad v(0) = 0$

☐  $\theta(\ell) = 0, \quad v(0) = 0$

☐  $\theta(0) = 0, \quad v(\ell) = 0$

☒  $\theta(\ell) = 0, \quad v(\ell) = 0$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Эти формулы для определения элементарной потенциальной энергии верны

- ☐  $dU(M_k) = \frac{M_k^2 dz}{2GA}$
- ☐  $dU(M_x) = \frac{M_x^2 dz}{GJ_k}$
- ☐  $dU(Q_x) = \frac{k_x Q_x^2 dz}{GJ_x}$
- ☒  $dU(Q_x) = \frac{k_x Q_x^2 dz}{2GA}$
- ☒  $dU(M_k) = \frac{M_k^2 dz}{2GJ_k}$
- ☒  $dU(M_y) = \frac{M_y^2 dz}{2EJ_y}$
- ☐  $dU(Q_y) = \frac{k_x Q_x^2 dz}{GJ_k}$

РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА №2

I:

S: Отметьте правильный ответ

Степень статической неопределимости равна



- ☐ 1
- ☐ 2
- ☒ 3
- ☐ 4

205. Задание {{ 245 }} 9-3

Отметьте правильный ответ

Степень статической неопределимости плоской стержневой системы вычисляется по формуле

- ☐  $S=3ш-к$
- ☒  $S=3к-ш$
- ☐  $S=6к-ш$
- ☐  $S=2к-ш$

РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА № 3

I:

**S:** Отметьте правильный ответ

Допускаемая сила для сжатого стержня (грузоподъёмность) определяется по формуле

☒  $[F] = \frac{F_{кр}}{n_y}$

☐  $[F] = \frac{F_{кр}}{n_T}$

☐  $[F] = \frac{F_{кр}}{n_B}$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Допускаемое напряжение на устойчивость сжатого стержня определяется формулой

☐  $[\sigma_y] = \frac{\sigma_{кр}}{n_T}$

☐  $[\sigma_y] = \frac{\sigma_{кр}}{n_B}$

☒  $[\sigma_y] = \frac{\sigma_{кр}}{n_y}$

☐  $[\sigma_y] = \frac{\sigma_T}{n_y}$

☒

$[\sigma_y] = \varphi[\sigma]$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Коэффициент продольного изгиба  $\varphi$  сжатого стержня имеет значение

☐  $\varphi < 0$

☐  $\varphi = 0$

☒  $\varphi < 0 \leq 1$

☐  $\varphi > 1$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Коэффициент продольного изгиба  $\varphi$  сжатого стержня для расчётов на устойчивость:

☐ вычисляется по формуле

☒ определяется из таблицы в зависимости от  $\lambda$

☐ определяется по графику

### Коллоквиумы

Коллоквиумы проводятся по вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносится одна треть вопросов из общего их числа к экзамену. Подготовка к коллоквиуму осуществляется по

материалам лекций, лабораторных работ и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

### **3 семестр**

#### **Коллоквиум № 1**

##### **I. Введение**

1. Задачи и методы сопротивления материалов.
2. Реальный объект и расчетная схема.
3. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.
4. Напряжения.
5. Перемещения и деформации.
6. Закон Гука и общие принципы расчёта

##### **II. Геометрические характеристики поперечных сечений**

1. Статические моменты сечения
2. Моменты инерции сечения
3. Главные оси и главные моменты инерции

##### **III. Растяжение и сжатие**

1. Продольная сила
2. Напряжения в поперечных и наклонных сечениях
3. Закон Гука. Деформации и перемещения.
4. Учёт собственного веса
5. Диаграммы растяжения и сжатия. Основные механические характеристики материала
6. Расчёты на прочность по допускаемым напряжениям

#### **Коллоквиум № 2**

##### **IV. Двухосное напряжённое состояние**

1. Напряжённое состояние в точке
2. Двухосное напряжённое состояние
3. Главные напряжения и главные площадки
4. Круговая диаграмма напряжённого состояния
6. Обобщенный закон Гука
7. Потенциальная энергия деформации

##### **V. Кручение стержня круглого сечения**

1. Чистый сдвиг
2. Кручение стержня с круглым поперечным сечением
3. Расчёты на прочность и жёсткость

#### **Коллоквиум № 3**

##### **VI. Внутренние усилия и напряжения в балках и рамах при изгибе**

1. Основные понятия
2. Внутренние силы
3. Нормальные напряжения при чистом изгибе

##### **VII. Расчёт балок на прочность**

1. Главные напряжения
2. Расчёты на прочность при изгибе
- 2.1 Расчёты на прочность по допускаемым напряжениям

### **4 семестр**

#### **Коллоквиум № 1**

##### **VIII. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах**

1. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки, определение перемещений



## 2. Энергетический метод определения перемещений

### Коллоквиум № 2

#### IX. Сложное сопротивление

1. Общие понятия
2. Косой изгиб
3. Внецентренное растяжение (сжатие) прямого стержня

### Коллоквиум № 3

#### X. Устойчивость сжатых стержней

1. Основные понятия. Задача Эйлера
2. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня
3. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности
4. Расчет сжатых стержней на устойчивость

### Лабораторная работа

В методических разработках к лабораторным работам приведены цель и программа работы, основные методические указания к их выполнению, содержание отчета, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

*Культербаев Х.П., Барагунова Л.А. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Нальчик: КБГУ, 2018.*

#### Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ

При прохождении лабораторного практикума необходимо обратить внимание студента на то, что механические испытания являются неотъемлемой частью дисциплины. Выполнение лабораторных работ преследует две цели:

- 1) ознакомление студентов с методами определения механических свойств конструкционных материалов;
- 2) экспериментальная проверка гипотез, лежащих в основе теоретических выводов курса сопротивления материалов.

На эти цели работ должно обращать внимание студентов в начале каждого лабораторного занятия.

К лабораторным занятиям допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности, оформившие отчет по предыдущему занятию и ознакомившиеся с содержанием работ (по рекомендованной литературе).

В начале занятий преподаватель проверяет готовность группы к выполнению очередных работ. Студенты, получившие при проверке готовности неудовлетворительные оценки, к занятиям не допускаются. Во время выполнения работы каждый студент обязан вести записи всех измерений и показаний приборов в своем журнале. В журнал вносятся также результаты расчетов, которые вместе с результатами опытов предъявляются преподавателю по окончании лабораторной работы.

Студенты, пропустившие лабораторные занятия по уважительной причине, обязаны выполнить соответствующие работы в день повторных занятий, назначаемых по особому расписанию.

Каждая работа после проведения необходимых вычислений и оформления защищается индивидуально. Работа считается завершенной, если она зачтена преподавателем.

Не разрешается накопление незавершенных (незащищенных) работ к концу семестра.

## Вопросы к зачёту

### 3 семестр

#### I. Введение

1. Задачи и методы сопротивления материалов.
2. Реальный объект и расчетная схема.
3. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.
4. Напряжения.
5. Перемещения и деформации.
6. Закон Гука и общие принципы расчёта

#### II. Геометрические характеристики поперечных сечений

1. Статические моменты сечения
2. Моменты инерции сечения
3. Главные оси и главные моменты инерции

#### III. Растяжение и сжатие

1. Продольная сила
2. Напряжения в поперечных и наклонных сечениях
3. Закон Гука. Деформации и перемещения.
4. Учёт собственного веса
5. Диаграммы растяжения и сжатия. Основные механические характеристики материала
6. Расчёты на прочность по допускаемым напряжениям

#### IV. Двухосное напряжённое состояние

1. Напряжённое состояние в точке
2. Двухосное напряжённое состояние
3. Главные напряжения и главные площадки
4. Круговая диаграмма напряжённого состояния
6. Обобщенный закон Гука
7. Потенциальная энергия деформации

#### V. Кручение стержня круглого сечения

1. Чистый сдвиг
2. Кручение стержня с круглым поперечным сечением
3. Расчёты на прочность и жёсткость

#### VI. Внутренние усилия и напряжения в балках и рамах при изгибе

1. Основные понятия
2. Внутренние силы
3. Нормальные напряжения при чистом изгибе

#### VII. Расчёт балок на прочность

1. Главные напряжения
2. Расчёты на прочность при изгибе
- 2.1 Расчёты на прочность по допускаемым напряжениям

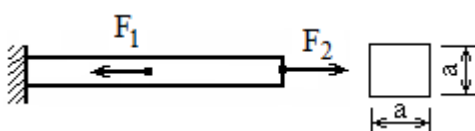
## 4 семестр

### Промежуточная аттестация (экзамен)

Промежуточная аттестация по предмету проводится в 4 семестре в виде письменного экзамена. В экзаменационные билеты вносятся 4 задачи из разных разделов дисциплины, охватывающие важнейшие вопросы дисциплины. Для их решения студенту предоставляются 2 часа (120 минут). При этом ему разрешается пользоваться литературными источниками. Примеры задач, вносимых в экзаменационные билеты, приведены ниже

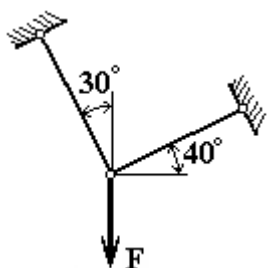
**На экзамене студент может набрать максимум 30 баллов.**

#### Задача 1



$F_1 = 10 \text{ кН}$ ,  $F_2 = 30 \text{ кН}$ ,  $\sigma_T = 300 \text{ МПа}$ ,  
 $n_T = 2,0$ . Из расчёта на прочность по допускаемым напряжениям определить размер поперечного сечения стержня

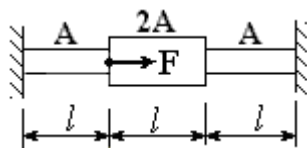
#### Задача 2



$F = 30 \text{ кН}$ ,  $\sigma_{TP} = 250 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{TC} = 430 \text{ МПа}$ ,  $n_T = 2,0$ .

Из расчёта на прочность по допускаемым напряжениям определить требуемые площади поперечных сечений стержней.

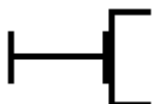
#### Задача 3



$A = 4 \text{ см}^2$ ,  $F = 60 \text{ кН}$ .

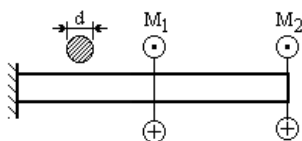
Определите опорные реакции статически неопределимой системы. Постройте эпюры  $N$ ,  $\sigma$ .

#### Задача 4



Симметричное сечение из двутавра №10 и швеллера №12. Вычислить координаты центра тяжести; моменты инерции  $J_x$ ,  $J_y$ .

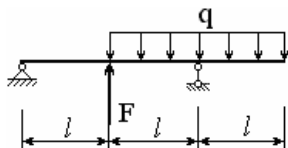
#### Задача 5



$M_1 = 14 \text{ кНм}$ ,  $M_2 = 8 \text{ кНм}$ ,  $\tau_T = 150 \text{ МПа}$ ,  $n_T = 1,8$ .

Из условия прочности по допускаемым напряжениям найти диаметр поперечного сечения

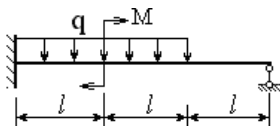
#### Задача 6



$l = 2 \text{ м}$ ,  $F = 30 \text{ кН}$ ,  $q = 15 \text{ кН/м}$ ,  $\sigma_T = 360 \text{ МПа}$ ,  $n_T = 1,8$ .

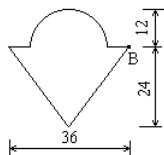
Из условия прочности по допускаемым напряжениям определить номер стального двутавра.

#### Задача 7



$l = 1,8 \text{ м}$ ,  $M = 20 \text{ кНм}$ ,  $q = 10 \text{ кН/м}$ ,  $\sigma_T = 300 \text{ МПа}$ ,  $n_T = 1,5$ .

Раскрыть статическую неопределённость, из условия прочности по допускаемым напряжениям определить диаметр круглого поперечного сечения.



### Задача 8

В точке В поперечного сечения короткого стержня приложена сила  $F$ , параллельная продольной оси. Построить эпюру нормальных напряжений в поперечном сечении. Размеры в сантиметрах,  $F = 300$  кН.

### Задача 9

Выписать тензор напряжённого состояния, изобразить в виде кубика, вычислить коэффициент запаса прочности и проверить прочность.

$\sigma_{\text{тр}}$ МПа	$\sigma_{\text{тс}}$ МПа	[n]	$\sigma_x$ МПа	$\sigma_y$ МПа	$\sigma_z$ МПа	$\tau_{xy}$ МПа	$\tau_{xz}$ МПа	$\tau_{yz}$ МПа
150	310	1,5	-50	40	10	10	-40	50

### Задача 10

Двутавр №10, Ст3,  $l = 2$  м,  $\sigma_T = 240$  МПа,  $n_T = 1,5$ .

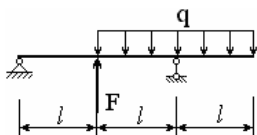
Определить из расчёта на устойчивость, используя коэффициент снижения основного допускаемого напряжения  $\varphi$ , допускаемое значение силы  $[F]$ .



### Задача 11

$E = 200$  ГПа,  $l = 1$  м,  $F = 12$  кН,  $q = 2$  кН/м,

Определить прогиб балки квадратного поперечного сечения  $6 \times 6$  см в точке А.



## 6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала, обеспечивающий формирование компетенций
(ОПК-1.2) способность воспринимать и применять общеинженерные знания при решении задач в области мехатроники и робототехники.	<b>Знать:</b> -основные критерии расчета на прочность; -выбор допускаемых напряжений и запасов прочности	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен
	<b>Уметь:</b> -квалифицированно составлять расчётные схемы; -определять внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения.	
	<b>Владеть навыками:</b> -определения напряжённо- деформированного состояния стержней; -расчётов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ.	

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература**

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М., 1986
2. Эрдеди Н. А., Эрдеди А. А. Сопротивление материалов. Издательство: КноРус  
**Серия: Для бакалавров.** 2012. - 160 с.
3. Сопротивление материалов. Под ред. Костенко Н.А. М., М.: Высшая школа, 2004. - 430с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Горшков А.Г., Трошин В.Н., Шалашилин В.И. Сопротивление материалов – М: ФИЗМАТЛИТ, 2002, –544 с.
2. Долинский Ф.В., Михайлов М.Н. Сопротивление материалов. М., 1989
3. Сопротивление материалов. Под редакцией А.Ф. Смирнова. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1975
4. Электронная библиотека кафедры: Сопротивление материалов.

### **7.3. Перечень методических указаний**

1. Культербаев Х.П., Барагунова Л.А. Сопротивление материалов. Задачи для домашних заданий, примеры решений. Нальчик, Каб.-Балк. ун-т, 2019, -148 с.
2. Моллов Б.М. Методические указания к выполнению лабораторных работ по сопротивлению материалов. – Нальчик : Каб.-Балк. ун-т, 2004. – 52 с.

### **7.4 Интернет-ресурсы**

1. Сайт кафедры в Интернете: <http://kafedratpm.ucoz.ru>
2. Электронная почта кафедры: E-mail: [kafedratpmkbsu@mail.ru](mailto:kafedratpmkbsu@mail.ru).
3. Электронная библиотека Рунета: [http://bookfi.org/g/сопротивление материалов](http://bookfi.org/g/сопротивление%20материалов)
4. Сайт в Интернете: <http://mysopromat.ru/>
5. Сайт в Интернете: [http://window.edu.ru/window\\_catalog/](http://window.edu.ru/window_catalog/)
6. <http://www.kbsu.ru>
7. <http://www.lib.kbsu.ru>
8. [window.edu.ru/catalog](http://window.edu.ru/catalog) Каталог, Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
9. <http://www.kbsu.ru>
10. <http://www.lib.kbsu.ru>
11. [window.edu.ru/catalog](http://window.edu.ru/catalog) Каталог. Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

### **7.5. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

Программное обеспечение ИКТ состоит из элементов:

- 1) электронная библиотека учебников и учебных пособий по теоретической механике;
- 2) электронные учебные пособия (методические указания и варианты задач по выполнению расчётно-графических и контрольных работ, изданные кафедрой);
- 3) банк тестовых заданий для автоматизированного контроля знаний студентов;
- 4) электронный конспект лекций (ЭКЛ) преподавателя;
- 5) электронный банк задач по всем изучаемым темам (решённые и не решённые);
- 6) методическое обеспечение по использованию математических пакетов для инженерных расчётов;
- 7) контрольные вопросы и содержания домашних заданий;
- 8) список литературы по дисциплине.
- 9) Электронная библиотека кафедры.
- 10) – Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition.
  - МойОфис Стандартный
  - Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1

– ABBYY FineReader 15 Business

12) Программные продукты: STATISTICA.

13) Прикладные программы для реализации различных методов одномерного и многомерного поиска, решения практических задач оптимизации.

*Базы данных*

Электронный каталог библиотеки КБГУ

### **7.6 Периодические издания**

1. Прикладная математики и механика. Российская академия наук.

2. Вестник МГУ. Математика, механика.

3. Механика твердого тела. Известия Российской академии наук.

4. Известия высших учебных заведений. Северо-кавказский регион. Серия «Естественные науки».

5. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия «Технические науки».

6. Вестник МГТУ имени Н.Э. Баумана. "Естественные науки».

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Минимально необходимый для реализации ОПОП перечень материально-технического обеспечения включает в себя: лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в сеть Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), компьютерные классы и др. Лаборатория сопротивления материалов для проведения занятий, оснащённая испытательным и измерительным оборудованием.

По дисциплине «Сопротивление материалов» имеется презентация по отдельным темам курса, позволяющая наиболее эффективно освоить представленный учебный материал. Занятия лекционного типа, семинарские занятия проводятся в лекционных аудиториях с использованием мультимедийных средств.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:

*лицензионное программное обеспечение:*

– Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

– Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

– AltLinux (Альт Образование 8);

*свободно распространяемые программы:*

– Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;

– WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;

– Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;

– Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания,

туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

**9. Лист изменений (дополнений)  
в рабочей программе дисциплины (модуля)**

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

«Сопротивление материалов»

на \_\_\_\_\_ учебный год

<b>№ п/п</b>	<b>Элемент (пункт) РПД</b>	<b>Перечень вносимых изменений (дополнений)</b>	<b>Примечание</b>

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

строительных конструкций и механики

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ З.Р. Лихов