

**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

Руководитель образовательной програм-
мы

 Х.М. Сенов

« 30 » 05 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института



Г.А. Хежев

« 30 » 05 2023 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, 2023. - 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 твёрдого тела, методами и приёмами решения конкретных прочностных задач при различных видах деформации; формирование навыков механических испытаний образцов различных материалов и деталей машин; развитие способности использовать прочностные и жёсткостные расчёты 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 расчётов, оформления результатов расчёта, 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 твёрдого 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
Общая трудоёмкость (в часах)	72	108
Контактная работа (в часах):	34	45
<i>Лекции (Л)</i>	17	15
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	17	15
<i>Лабораторные работы (ЛЗ)</i>	-	15
Самостоятельная работа (в часах)	29	36
Расчётно-проектировочные работы (РПР)	10	20
Самостоятельное изучение разделов	10	10
Контрольная работа (К)	9	6
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	27
Вид итогового контроля	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

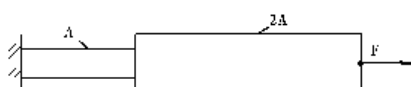
Письменные контрольные работы посвящены решению ключевых задач и проводятся 3 раза в семестре (перед каждым подведением итогов по рейтинговой системе).

ЗАДАЧИ

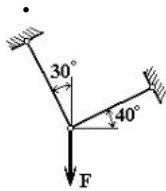
Тема: Центральное растяжение и сжатие стержней

Задача 1.

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



Задача 2



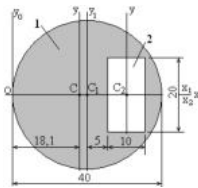
Из расчёта на прочность по допускаемым напряжениям определить требуемые площади поперечных сечений стержней.

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.



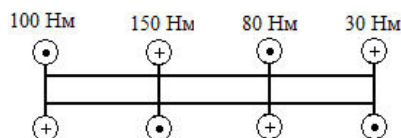
Методические рекомендации по решению задач.

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.

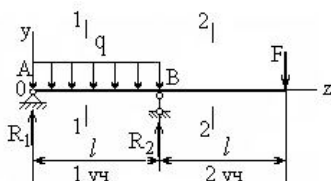


Методические рекомендации по решению задач

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

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

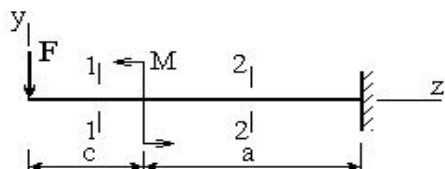
Задача 1.



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

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

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

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

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

.....

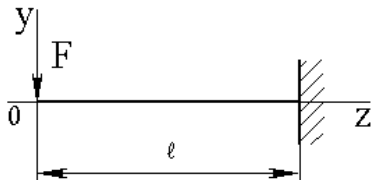
4 семестр

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 φ сжатого стержня имеет значение

☐ $\varphi < 0$

☐ $\varphi = 0$

☒ $\varphi < 0 \leq 1$

☐ $\varphi > 1$

I:

S: Отметьте правильный ответ

Коэффициент продольного изгиба φ сжатого стержня для расчётов на устойчивость:

☐ вычисляется по формуле

☒ определяется из таблицы в зависимости от λ

☐ 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

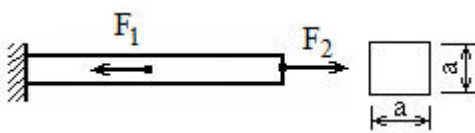
4 семестр

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

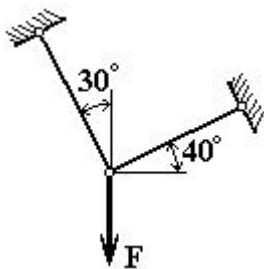
На экзамене студент может набрать максимум 30 баллов.

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

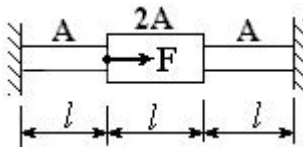
Задача 2



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

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

Задача 3



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

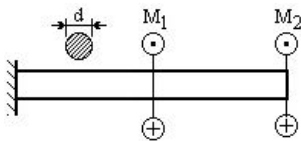
Определите опорные реакции статически неопределимой системы. Постройте эпюры N , σ .

Задача 4



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

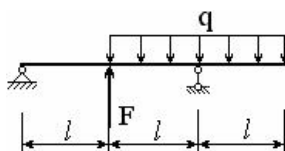
Задача 5



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

Из условия прочности по допускаемым напряжениям найти диаметр поперечного сечения

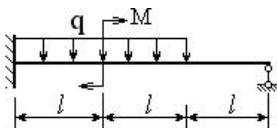
Задача 6



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

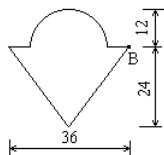
Из условия прочности по допускаемым напряжениям определить номер стального двутавра.

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]	σ_x МПа	σ_y МПа	σ_z МПа	τ_{xy} МПа	τ_{xz} МПа	τ_{yz} МПа
150	310	1,5	-50	40	10	10	-40	50

Задача 10

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

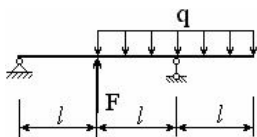
Определить из расчёта на устойчивость, используя коэффициент снижения основного допускаемого напряжения φ , допускаемое значение силы $[F]$.



Задача 11

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

Определить прогиб балки квадратного поперечного сечения 6×6 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.	Знать: -основные критерии расчета на прочность; -выбор допускаемых напряжений и запасов прочности	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен
	Уметь: -квалифицированно составлять расчётные схемы; -определять внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения.	
	Владеть навыками: -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.
3. Электронная библиотека Рунета: [http://bookfi.org/g/сопротивление материалов](http://bookfi.org/g/сопротивление_материалов)
4. Сайт в Интернете: <http://mysopromat.ru/>
5. Сайт в Интернете: http://window.edu.ru/window_catalog/
6. <http://www.kbsu.ru>
7. <http://www.lib.kbsu.ru>
8. 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 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

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

строительных конструкций и механики

Протокол № _____ от «_____» _____ 2022 г.

Заведующий кафедрой _____ З.Р. Лихов