



**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**

<b>СОГЛАСОВАНО</b>	
Руководитель образовательной программы  Ю.Н. Волошин	<b>УТВЕРЖДАЮ</b> Директор ИАСиД Т.А. Хежев
«30» 08 2023 г.	«30» 08 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки  
**15.03.02 - Технологические машины и оборудование**

Профиль подготовки  
**Машины и аппараты пищевых производств**

Квалификация (степень) выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

**Нальчик 2023**

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Сопротивление материалов»** /составитель  
Барагунова Л.А – Нальчик: КБГУ, 2023. - 33 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины обязательной части блока Б1 общепрофессионального модуля по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» в 3 и 4 семестрах очной формы обучения.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №728 от 9 августа 2021 г.

## 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.....	27
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	29
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	31
9	Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	31
10	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)...	33

## 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 ОПОП ВО

Дисциплина Б1.О.06.04 **Сопротивление материалов** относится к обязательной части общепрофессионального модуля учебного плана направления подготовки 15.03.02 *Технологические машины и оборудование*. Профиль подготовки *Машины и аппараты пищевых производств*.

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

## 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины «**Сопротивление материалов**» направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

- Способен выделять основные области естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности **(ОПК-1)**;

Способен выделять основные области естественных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности **(ОПК-1.1)**;

-Способен решать задачи в области пищевых производств и пищевого машиностроения с использованием методологии естественнонаучных и инженерных наук, методов физического и математического моделирования **(ОПК-1.2)**;

Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования **(ОПК-13)**;

-Способен обладать базовым комплексом знаний по методологии расчета деталей и узлов машиностроительной продукции **(ОПК-13.1)**;

-Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования пищевых производств **(ОПК-13.2)**.

**знать:**

- основные критерии работоспособности и расчета деталей машин и влияющие на них факторы;

- выбор допускаемых напряжений и запасов прочности в машиностроении;

-основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчёта стержней и стержневых систем при различных силовых, деформационных воздействиях, прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов.

**уметь:**

- самостоятельно добывать информацию;  
 -квалифицированно составлять расчётные схемы, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения, подбирать необходимые размеры сечений стержней из условий прочности, жёсткости и устойчивости.

**владеть навыками:**

- элементарных расчётов на прочность и жёсткость элементов конструкций; - навыками самостоятельной работы с учебной и справочной литературой;  
 - определения напряжённо-деформированного состояния стержней при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ.

#### 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.

##### 4.1 Содержание разделов дисциплины

№ №	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или её части)	Форма контроля
1	Введение	Основные понятия, законы, гипотезы и принципы сопротивления материалов	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	Т, РК
2	Растяжение, сжатие стержней	Нормальные силы и напряжения. Расчёты на прочность при растяжении и сжатии.	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	РГЗ, К, Т, РК
3	Напряжённое состояние в точке	Понятия о напряжённом состоянии в точке. Напряжения. Основы теорий прочности.	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	РГЗ, К, Т, РК
4	Геометрические характеристики плоских сечений	Моменты инерции сечений. Понятие о главных центральных моментах инерции сечения. Осевые моменты инерции простейших сечений.	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	РГЗ, К, Т, РК
5	Кручение стержней	Чистый сдвиг. Крутящий момент. Расчёты на прочность и жёсткость при кручении.	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	РГЗ, К, Т, РК
6	Изгиб стержней	Прямой изгиб. Чистый и поперечный изгиб. Основные расчётные предпосылки и формулы при изгибе.	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	РГЗ, К, Т, РК
7	Условие прочности при изгибе	Понятие опасного сечения, условие прочности при изгибе. Расчёты на прочность при изгибе.	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	РГЗ, К, Т, РК
8	Определение	Дифференциальное уравнение изогнутой оси	(ОПК-1);	РГЗ, К,

	перемещений при изгибе	балки, определение перемещений.	(ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	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.	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	РГЗ, К, Т, РК
10	Сложное сопротивление	Основные понятия. Изгиб с кручением. Условия прочности для изгиба с кручением	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	РГЗ, К, Т, РК
11	Устойчивость стержней	Устойчивость сжатых стержней. Основные понятия. Порядок выполнения расчёта на устойчивость.	(ОПК-1); (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2).	РГЗ, К, Т, РК

## 4.2 Структура дисциплины

*Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 часов*

Вид работы	3 семестр	4 семестр	Всего
<b>Общая трудоёмкость (в часах)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>51</b>	<b>45</b>	<b>96</b>
<i>Лекции (Л)</i>	34	15	2
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	17	15	2
<i>Лабораторные работы (ЛЗ)</i>	-	15	2
<b>Самостоятельная работа (в часах)</b>	<b>48</b>	<b>54</b>	<b>102</b>
Расчётно-проектировочные работы (РПР)	10	10	30
Самостоятельное изучение разделов	35	23	100
Контрольная работа (К)	3	3	
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>18</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачёт</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	

## 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 напряженном 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.

№№	Тема
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
7.	Определение главных напряжений при кручении
8.	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, -160 с.

##### 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

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение 2 семестров по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.**

#### 5.1. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

*Цель текущего контроля* – оценка результатов работы и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Сопротивление материалов» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий, РГР с защитой в установленный срок.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце 4 семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине **«Сопротивление материалов»** в виде проведения экзамена. *Целью промежуточных аттестаций по дисциплине* является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

## **5.2. Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости в промежуточной аттестации.**

### **5.2.1 ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМАМ**

**контролируемые компетенции (ОПК-1), (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2):**

**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

.....

### ***Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (коллоквиум, РГР, лабораторные работы):***

«отлично» (7-8 баллов) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (5-6 баллов) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (4 балла) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (менее 3 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач

.....

### ***Оценочные материалы (типовые задачи), контролируемые компетенции (ОПК-1), (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2):***

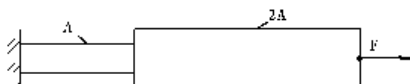
Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине «Сопротивление материалов».

## ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

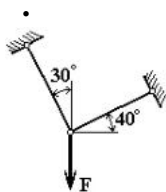
### **Тема: Центральное растяжение и сжатие стержней**

#### **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.

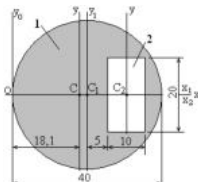
.....

*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.



.....

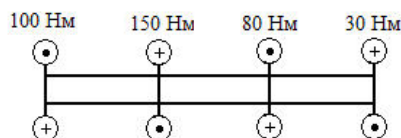
*Методические рекомендации по решению задач.*

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.

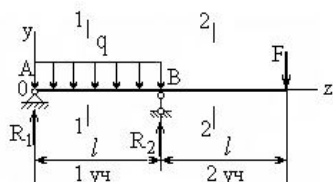


*Методические рекомендации по решению задач*

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

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

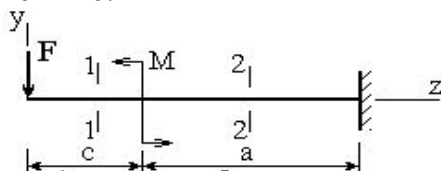
#### Задача 1.



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.

#### **Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы)**

**(6 баллов)** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

**(5 баллов)** – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**(4 балла)** – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

**(менее 3 баллов)** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

#### **5.2.2. Типовые тестовые задания контролируемые компетенции (ОПК-1), (ОПК-1.2); (ОПК-13.1); (ОПК-13.2):**

Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС –  
<http://open.kbsu.ru/moodle/question/edit.php?courseid=3930>)

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

#### **РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА № 1**

**I:**

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

продольная сила  
поперечные силы  
изгибающие моменты  
крутящий момент

$N$   
 $Q_y$   $Q_x$   
 $M_x$   $M_y$   
 $M_k$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

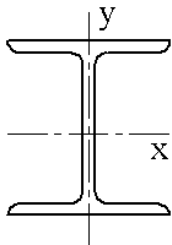
Следующие уравнения являются уравнениями равновесия

- ☒  $\sum X = 0$   
☐  $\sum F_i = F$   
☒  $\sum Y = 0$   
☐  $\sum A_i = A$   
☐  $F_1 / x_1 + F_2 / x_2 = 0$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Центробежный момент инерции  $I_x$  двутавра



- ☐ положительный  
☐ отрицательный  
☒ равен нулю

.....

## РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА № 2

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Наибольшее касательное напряжение в сечении закрученного стержня равно

- ☐  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{A}$   
☐  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{J_p}$   
☒  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{W_p}$   
☐  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{GJ_p}$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Полярный момент сопротивления кругового сечения закрученного стержня равен

- ☐  $W_p = \frac{J_p}{d}$   
☐  $W_p = J_p d$

- ☒  $W_p = \frac{J_p}{r}$
- ☐  $W_p = J_p r$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Условие прочности стержня при кручении


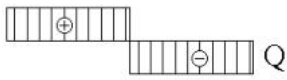
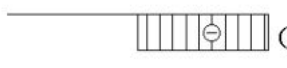
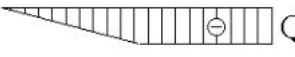

- ☒  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau]$
- ☐  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{GJ_p} \leq [\tau]$
- ☐  $\tau_{\max} = \frac{M_k}{W_p} \leq [\sigma]$
- ☐  $\tau_{\max} = M_k W_p \leq [\tau]$

РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА № 3

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

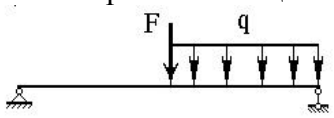
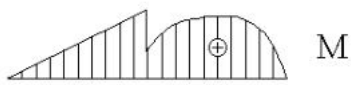
Эта поперечных сил верна

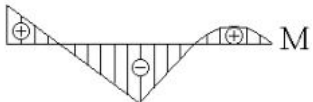

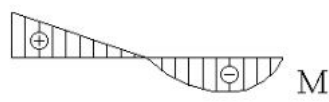
- 
- ☐ 
- ☒ 
- ☐ 
- ☐ 

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Эта эпюра изгибающих моментов верна

- 
- ☐ 

- ☐ 
- ☒ 
- ☐ 

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Нормальные напряжения в поперечном сечении балки при изгибе

- ☒  $\sigma = -\frac{M}{J_x} y$
- ☐  $\sigma = \frac{M}{EJ_x} y$
- ☐  $\sigma = \frac{N}{A}$
- ☐  $\sigma = \frac{QS}{Jb}$
- .....

#### 4 семестр

#### РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА № 1

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки имеет вид

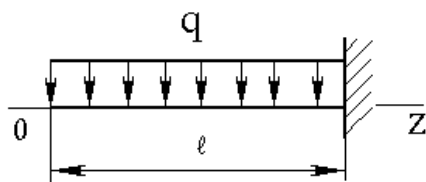
- ☒  $\frac{d^2 v}{dz^2} = \frac{M}{EI}$
- ☐  $\frac{dv}{dz^2} = \frac{M}{J_x} y$
- ☐  $\frac{d^2 v}{dz^2} = \frac{Q}{GA}$
- ☐  $\frac{d^2 v}{dz^2} = My$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки имеет вид





☐  $\frac{d^2 v}{dz^2} = \frac{1}{EJ} q z$

☒  $\frac{d^2 v}{dz^2} = -\frac{1}{EJ} \frac{q z^2}{2}$

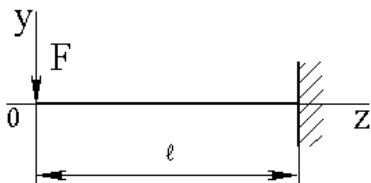
☐  $\frac{d^2 v}{dz^2} = \frac{1}{EJ} q(l-z)$

☐  $\frac{d^2 v}{dz^2} = \frac{1}{EJ} q(z-l)$

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

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



☐  $\theta(0) = 0, \quad v(0) = 0$

☐  $\theta(l) = 0, \quad v(0) = 0$

☐  $\theta(0) = 0, \quad v(l) = 0$

☒  $\theta(l) = 0, \quad v(l) = 0$

.....

## РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА №2

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Степень статической неопределимости равна



☐ 1

☐ 2

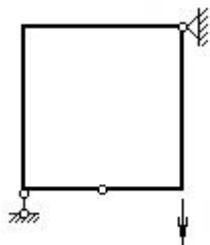
☒ 3

☐ 4

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Степень статической неопределимости равна



☐ 1

☒ 2

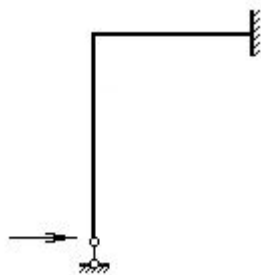
☐ 3

☐ 4

**I:**

**S:** Отметьте правильный ответ

Канонические уравнения метода сил



☒  $\delta_{11}x_1 + \Delta_{1F} = 0$

☐ 
$$\begin{cases} \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \Delta_{1F} = 0 \\ \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \Delta_{2F} = 0 \end{cases}$$

☐ 
$$\begin{cases} \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \delta_{13}x_3 + \Delta_{1F} = 0 \\ \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \delta_{23}x_3 + \Delta_{2F} = 0 \\ \delta_{31}x_1 + \delta_{32}x_2 + \delta_{33}x_3 + \Delta_{3F} = 0 \end{cases}$$

.....

### 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 для расчётов на устойчивость:

☐ вычисляется по формуле

☒ определяется из таблицы в зависимости от  $\lambda$

☐ определяется по графику

#### ***Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:***

**6 баллов** – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено от 95 до 100 % предложенных тестовых вопросов;

**5 баллов** – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 85–94 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

**4 балла** – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 75–84% от общего объема заданных тестовых вопросов;

**3 балла** – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 65–74% от общего объема заданных тестовых вопросов;

**2 балла** – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 45–64% от общего объема заданных тестовых вопросов;

**1 балл** – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 30–44% от общего объема заданных тестовых вопросов.

#### **Лабораторная работа (пример)**

##### **Испытание стального образца на разрыв**

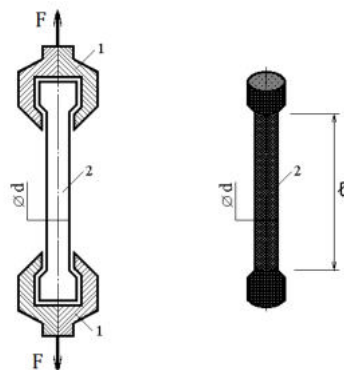
##### **1. Цель работы**

1. Исследовать процесс растяжения стального образца до его полного разрыва.

2. Определить механические характеристики материала: предел пропорциональности, предел текучести, предел прочности.
3. Определить характеристики пластичности материала: относительное остаточное сужение поперечного сечения в месте разрыва в %, относительное удлинение в %.
4. Определить полную и удельную работу деформации.
5. Ознакомиться с явлениями, происходящими во время растяжения образца.

## 2. Экспериментальное оборудование

Испытание проводится на машине **Р – 5**



**Схема опыта**

1-устройство для захвата испытываемого образца, 2-образец для испытания на разрыв - стандартный цилиндрический образец круглого поперечного сечения из малоуглеродистой стали с расчётной длиной  $\ell = 10d$

## 3. Экспериментальная часть

Испытание металлических образцов на растяжение производится для определения механических характеристик материала. В процессе испытания исследуется характер деформации образца вплоть до разрыва. При этом определяются механические и деформационные характеристики материала: предел пропорциональности  $\sigma_{\text{пц}}$ , предел текучести  $\sigma_{\text{т}}$ , предел прочности (временное сопротивление)  $\sigma_{\text{в}}$ , абсолютное удлинение образца  $\Delta \ell$ , относительную деформацию  $\varepsilon$ , относительное сужение площади поперечного сечения в шейке  $\psi$ .

Растяжение образца осуществляется прессом **Р – 5**. К работе с прессом допускается квалифицированный лаборант, а студенты обязаны наблюдать за процессом испытания и снимать необходимые показания со шкалы силоизмерителя.

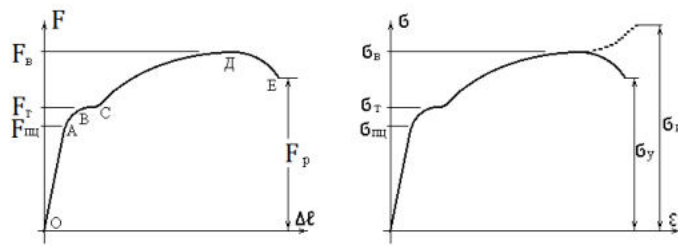
Испытательная установка имеет приспособление для автоматической записи зависимости между растягивающей силой и удлинением образца. Оно изображает зависимость растяжения  $F - \Delta \ell$ , которая называется диаграммой растяжения. Диаграмма растяжения для испытываемой малоуглеродистой стали имеет характерные зоны. Прямолинейный участок ОА указывает на пропорциональность между силой и удлинением. Он называется зоной упругих деформаций, где справедлив закон Гука. Растягивающая нагрузка в точке А, которая снимается по шкале силоизмерителя, называется силой, соответствующей пределу пропорциональности  $F_{\text{пц}}$ . Далее на диаграмме следует искривленный участок АВ, не имеющий определенного названия. Начиная от точки А и далее пропорциональная зависимость между силой и удлинением нарушается, следовательно, здесь и далее закон Гука не справедлив.

Зона ВС называется площадкой текучести. В ней происходит растяжение образца без какого-либо увеличения растягивающей силы. Оттуда и название зоны - материал “течет”, т.е. растяжение происходит при постоянной силе. Ей отвечает нагрузка  $F_{\text{т}}$  – сила, соответствующая пределу текучести.

Начиная от точки С стержень позволяет нагрузке расти до точки D. Участок CD называется зоной упрочнения. Здесь происходит нарушение кристаллической решетки металла, что приводит к его упрочнению. Нагрузке в точке D соответствует максимальная сила  $F_{\text{в}}$  и исчерпание несущей способности стержня, однако разрушения еще нет. Эта сила соответствует пределу прочности (временному сопротивлению).

На участке DE происходит уменьшение растягивающей силы из-за уменьшения диаметра в наиболее слабом сечении стержня. На нем невооруженным глазом можно заметить постепенное образование «шейки» -сужения поперечного сечения стержня. Разрыв образца происходит в точке Е. При разрыве нагрузка равна  $F_{\text{р}}$  – сила в момент разрыва.

В процессе испытания по шкале силоизмерителя снимаем последовательно значения нагрузок  $F_{\text{пл}}$ ,  $F_T$ ,  $F_B$ ,  $F_p$  и записываем их в таблицу результатов испытаний. После разрыва образца замеряем штангенциркулем длину стержня  $\ell_1$  и диаметр шейки  $d_{\text{ш}}$ . Результаты записываем в таблицу испытания.



#### Диаграммы растяжения

$F - \Delta \ell$  (диаграмма нагружения образца),  
 $\sigma - \varepsilon$  (диаграмма деформирования материала)

#### 4. Обработка результатов испытаний

Механические характеристики определяем по формулам  $\sigma_{\text{пл}} = \frac{F_{\text{пл}}}{A}$  (МПа),

$\sigma_T = \frac{F_T}{A}$  (МПа),  $\sigma_B = \frac{F_B}{A}$  (МПа). Условное и истинное напряжения находим по формулам  
 $\sigma_y = \frac{F_B}{A}$  (МПа),  $\sigma_{\text{в}} = \frac{F_{\text{в}}}{A_{\text{ш}}}$  (МПа), где  $A_{\text{ш}} = \frac{\pi d_{\text{ш}}^2}{4}$  – площадь поперечного сечения образца в месте разрушения.

Далее определяем деформационные характеристики образца. Абсолютная и относительная деформации равны  $\Delta \ell = \ell_1 - \ell$  (см),  $\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell} 100\%$ . Относительное сужение площади поперечного сечения в месте разрушения определяем по формуле  $\psi = \frac{A - A_{\text{ш}}}{A} 100\%$ .

Энергетические характеристики вычисляем по формулам:  
 работа, затраченная на разрыв образца  $A = \eta F_B \Delta \ell$  (кг см), удельная работа  $a = A/V$  (кг см/см<sup>3</sup>), где  $\eta = 0,85$  - коэффициент полноты диаграммы для мягкой стали;  $V = A \ell$  – объем стержня.

## Журнал для лабораторной работы

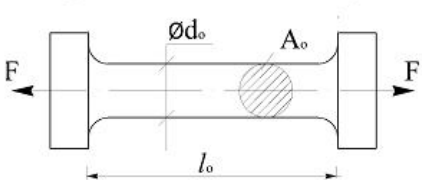
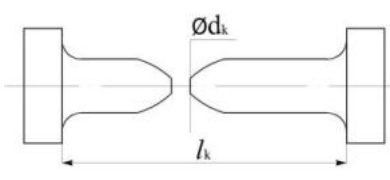
### Испытание стального образца на разрыв

#### Цель работы:

1. Исследовать процесс растяжения стального образца до его полного разрыва.
2. Определить механические характеристики материала: предел пропорциональности, предел текучести, предел прочности.
3. Определить характеристики пластичности материала: относительное остаточное сужение поперечного сечения в месте разрыва в %, относительное удлинение в %. Определить полную и удельную работу деформации.
4. Ознакомиться с явлениями, происходящими во время растяжения образца.

Испытание проводится на машине **Р – 5**.

#### Эскиз и геометрические характеристики образца

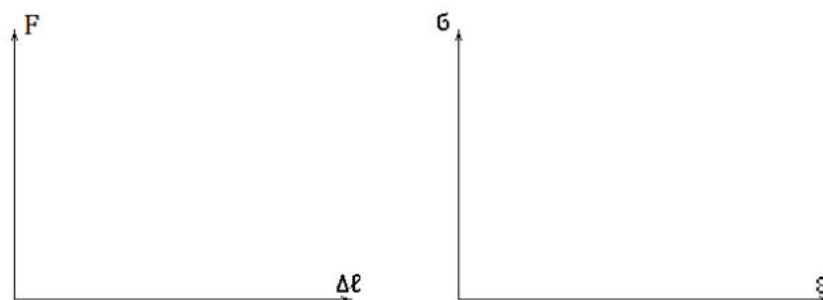
До опыта	После опыта
	
<b>Диаметр</b>	<b>Диаметр</b>
Длина	Длина
Площадь сечения	Площадь сечения
<b>Объём</b>	<b>Объём</b>

#### Результаты испытания и их обработка

1. Нагрузка, соответствующая пределу пропорциональности	
2. Предел пропорциональности	
3. Нагрузка, соответствующая пределу текучести	
4. Предел текучести	
5. Нагрузка, соответствующая пределу прочности	
6. Предел прочности	
7. Нагрузка в момент разрыва	
8. Условное и истинное напряжения в момент разрыва	
9. Абсолютное удлинение после разрыва	
10. Относительное остаточное удлинение после разрыва	
11. Относительное сужение площади поперечного сечения	
12. Работа, затраченная на разрыв образца	
13. Удельная работа, затраченная на разрыв	

#### Д и а г р а м м ы (сила – удлинение, напряжение - деформация)

Точки	F, Н	$\Delta l$ , мм	$\sigma$ , МПа	$\epsilon$ , $10^{-3}$



### Теоретические вычисления

#### Контрольные вопросы

1. Нарисуйте диаграмму растяжения и поясните на ней все стадии деформирования.
2. Какие деформации называются упругими?

Дата \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

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

### Промежуточная аттестация (зачёт в 3 семестре)

#### 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

#### **Критерии аттестации обучающихся по дисциплине:**

К сдаче зачёта допускаются студенты, набравшие 36 баллов по итогам текущего и рубежного контроля.

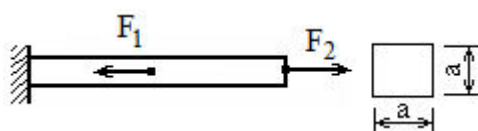
Семестр	Шкала оценивания	
	Не зачтено (36-60 баллов)	Зачтено (61-70 баллов)
3	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил на теоретический вопрос и не решил задачу.	Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный (частичный) ответ на теоретический вопрос и частично (полностью) решил задачу. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или решил задачу. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

#### **Промежуточная аттестация (зачёт с оценкой в 4 семестре)**

Промежуточная аттестация по предмету проводится в 4 семестре в виде зачёта с оценкой. Задачи из разных разделов дисциплины. Примеры задач приведены ниже

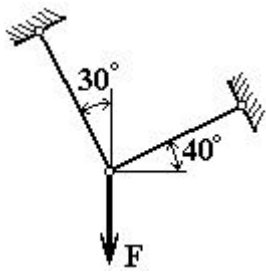
**На зачёте студент может набрать максимум 30 баллов.**

##### 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

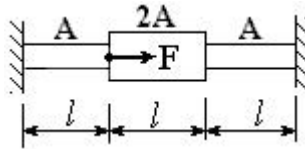




### Задача 2

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

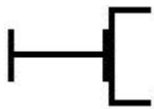
Из расчёта на прочность по допускаемым напряжениям определить требуемые площади поперечных сечений стержней.



### Задача 3

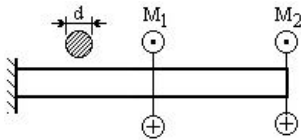
$A = 4 \text{ см}^2$ ,  $F = 60$  кН.

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



### Задача 4

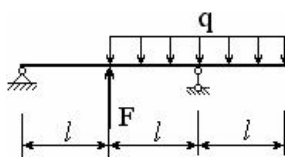
Симметричное сечение из двутавра №10 и швеллера №12. Вычислить координаты центра тяжести; моменты инерции  $J_x$ ,  $J_y$ .



### Задача 5

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

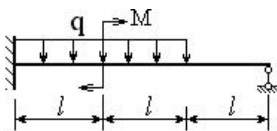
Из условия прочности по допускаемым напряжениям найти диаметр поперечного сечения



### Задача 6

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

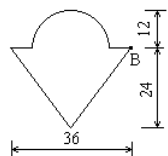
Из условия прочности по допускаемым напряжениям определить номер стального двутавра.



### Задача 7

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

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



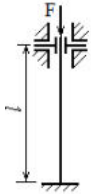
### Задача 8

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.

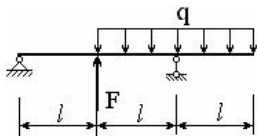
$\sigma_{\text{тр}}$ МПа	$\sigma_{\text{тс}}$ МПа	[n]	$\sigma_x$ МПа	$\sigma_y$ МПа	$\sigma_z$ МПа	$\tau_{xy}$ МПа	$\tau_{xz}$ МПа	$\tau_{yz}$ МПа
150	310	1,5	-50	40	10	10	-40	50



### 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  $\phi$ , 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.

### Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

**«отлично»** (26–30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, сделано 100% заданий;

**«хорошо»** (21–25 баллов) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при выполнении заданий, сделано 70%;

**«удовлетворительно»** (16–20 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенного задания, дает неполный ответ, сделано 55%;

**«неудовлетворительно»** (0–15 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, выполнено менее 50% заданий.

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

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих (табл. 7):

Таблица 7. Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
<b>1</b>	<b>Посещение занятий</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Текущий контроль:</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<i>РГР</i>	9	3	3	3
<b>2.2</b>	<i>Контрольная работа</i>	9	3	3	3
<b>2.3</b>	<i>Лабораторные работы</i>	6	2	2	2
<b>3</b>	<b>Рубежный контроль</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<i>Тестирование</i>	18	6	6	6
<b>3.2</b>	<i>Коллоквиум</i>	18	6	6	6
	<b>Итого сумма текущего и рубежного контроля</b>	<b>70</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 баллов	не менее 12 баллов	не менее 12 баллов	не менее 12 баллов
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 (51-69 )	менее 23 баллов	менее 23 баллов	менее 24 баллов
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 баллов	не менее 23 баллов	не менее 23 баллов	не менее 24 баллов

Таблица8. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала, обеспечивающий формирование компетенций
<p>ОПК-1 - Способностью выделять основные области естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности.</p> <p>(ОПК-1.1) - Способен выделять основные области естественных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности <b>(ОПК-1.1)</b>;</p> <p>(ОПК-1.2) - Способен решать задачи в области пищевых производств и пищевого машиностроения с использованием методологии естественнонаучных и инженерных наук, методов физического и математического моделирования.</p> <p>(ОПК-13.1) - Способен обладать базовым комплексом знаний по методологии расчета деталей и узлов машиностроительной продукции.</p> <p>(ОПК-13.2) - Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования пищевых производств</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные критерии работоспособности и расчета деталей машин и влияющие на них факторы; выбор допускаемых напряжений и запасов прочности в машиностроении.</li> <li>-основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчёта стержней и стержневых систем при различных силовых, деформационных воздействиях, прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-самостоятельно добывать информацию.</li> <li>-квалифицированно составлять расчётные схемы, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения.</li> </ul> <p><b>владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-элементарных расчётов на прочность и жёсткость элементов конструкций;</li> <li>-самостоятельной работы с учебной и справочной литературой.</li> <li>- определения напряжённо-деформированного состояния стержней при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ.</li> </ul>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, зачет</p>

--	--	--

## **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. Барагунова Л.А., Шогенова М.М. Сопротивление материалов. Методические указания по выполнению лабораторных работ. – Нальчик : Каб.-Балк. ун-т, 2021. – 51 с.

### 7.4 Перечень электронных информационных баз данных

- 1 Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) <http://www.rupto.ru>.
- 2 Патентный поиск в РФ <http://www.freepatent.ru>.
- 3 ЭБД РГБ - Электронные версии полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>
- 4 Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ) <http://elibrary.ru>
- 5 База данных Science Index (РИНЦ) <http://elibrary.ru>
- 6 ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru> <http://www.medcollegelib.ru>
- 7 «Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента») <http://www.studmedlib.ru>
- 8 ЭБС «IPR book» <http://iprbookshop.ru/>
- 9 ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- 10 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts>
- 11 Электронная библиотека научных публикаций. <http://elibrary.ru>
- 12 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <http://www.prilib.ru>
- 13 Открытый университет <http://www.openkbsu.ru>
- 14 Научная библиотека КБГУ <http://lib.kbsu.ru>
- 15 СИС «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru>
- 16 СИС «Гарант» <http://www.garant.ru>.
17. Сайт кафедры в Интернете: <http://kafedratpm.ucoz.ru>
- 18 Электронная почта кафедры: E-mail: [kafedratpmkbsu@mail.ru](mailto:kafedratpmkbsu@mail.ru).
- 19 Электронная библиотека Рунета: [http://bookfi.org/g/сопротивление материалов](http://bookfi.org/g/сопротивление%20материалов)
- 20 Сайт в Интернете: <http://mysopromat.ru/>
- 21 Сайт в Интернете: [http://window.edu.ru/window\\_catalog/](http://window.edu.ru/window_catalog/)
- 22 window.edu.ru/catalog Каталог, Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

### 7.5 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Наименование программы, право использования которой предоставляется
Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. Вуз 4.0», Модуль поиска текстовых заимствований “Объединенная коллекция 2020»
Система оптического распознавания текста SETERE OCR для РЭД ОС Система оптического распознавания текста SETERE OCR для РЭД ОС
Редактор изображений AliveColors Business
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition
Пакет офисного программного обеспечения Р7-Офис.Профессиональный (Десктопная версия)

Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal
Программный пакет внутриорганизационного интранет-портала DeskWork Enterprise
Программа архиватор 7zip,
Web Browser – Firefox
Пакет для обработки статистических данных R (programming language).
GNU Octave (GUI).
КОМПАС 3D

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.

#### **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**

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения лекционных и с практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

### **9 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

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. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
  - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других

технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

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

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья



### 10. Лист изменений (дополнений)

#### в рабочей программе дисциплины (модуля)

«Сопротивление материалов»

по направлению подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование  
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 «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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