

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины**

Сопротивление материалов

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки**

08.03.01 «Строительство»

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

**По профилю подготовки**

«Промышленное и гражданское строительство»

*(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)*

**Кафедра**


«Промышленное и гражданское строительство»

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

**Разработчики:**

доцент, к.т.н.

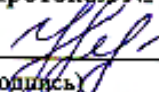
(занимаемая должность  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись) /О.Б. Завьялова/  
И. О. Ф.

Рабочая программа разработана для учебного плана 2018 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство» протокол № 9 от 25 04.2018 г.

Заведующий кафедрой

  
(подпись) /Н.В.Купчикова/  
И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКН «Строительство»


профиль «Промышленное и гражданское строительство»

  
(подпись) /Н.В.Купчикова/  
И. О. Ф.


Начальник УМУ

  
(подпись) /А.В.Анисимов/  
И. О. Ф.


Специалист УМУ

  
(подпись) /Д.И.Игнатьева/  
И. О. Ф.

Начальник УИТ

  
(подпись) /К.А. Шумак/  
И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой

  
(подпись) /Т. В. Морозова/  
И. О. Ф.

## Содержание:

	Стр.
1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	7
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	7
5.1.1. Очная форма обучения	7
5.1.2. Заочная форма обучения	8
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам	9
5.2.1. Содержание лекционных занятий	9
5.2.2. Содержание лабораторных занятий	10
5.2.3. Содержание практических занятий	10
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
5.2.5. Темы контрольных работ (разделы дисциплины)	14
5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ	14
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	14
7. Образовательные технологии	15
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения	17
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины	17
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18
10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	19

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цель освоения дисциплины:** подготовка будущего бакалавра к проведению самостоятельных расчетов конструкций и элементов конструкций промышленного и гражданского строительства методами сопротивления материалов.

**Задачами дисциплины являются:**

- познакомить студентов с основными положениями, расчетными методами, гипотезами сопротивления материалов, практическими приемами расчета стержней, плоских и объемных конструкций при различных силовых и деформационных воздействиях;
- сформировать умения вести технические расчеты, грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации в элементах строительных конструкций, основываясь на законах сопротивления материалов;
- сформировать умения применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области сопротивления материалов;
- сформировать навыки применения аналитических и численных методов определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях; методов анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций с помощью теорий прочности;
- сформировать навыки выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК – 1 - способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК – 4 - способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:**

**знать:**

- основные понятия и законы сопротивления материалов (ОПК-1);
- принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

**уметь:**

- использовать основные законы сопротивления материалов в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области сопротивления материалов (ОПК-1);
- применять принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

**владеть:**

- навыками решения задач сопротивления материалов в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов сопротивления материалов (ПК-4).

### 3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина Б1.В.03 «Сопротивление материалов» реализуется в рамках блока «Дисциплины» вариативной части.

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: математики, физики, строительных материалов, теоретической механики, технической механики.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	4 семестр – 2 з.е.; 5 семестр – 4з.е. <b>всего - 6 з.е.</b>	4 семестр –3 з.е.; 5 семестр – 1 з.е.; 6 семестр – 2 з.е. <b>всего - 6 з.е.</b>
<b>Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:</b>		
Лекции (Л)	4 семестр – 18 часов; 5 семестр –18 часов; <b>всего - 36 часов</b>	4 семестр – 6 часов; 5 семестр – 4 часа; 6 семестр – 2 часа. <b>всего - 12 часов</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	4 семестр – <i>учебным планом не предусмотрены;</i> 5 семестр –18 часов; <b>всего - 18 часов</b>	4 семестр – <i>учебным планом не предусмотрены;</i> 5 семестр – <i>учебным планом не предусмотрены;</i> 6 семестр – 2 часа. <b>всего - 2 часа</b>
Практические занятия (ПЗ)	4 семестр – 18 часов; 5 семестр – 18 часов. <b>всего - 36 часов</b>	4 семестр – 6 часов; 5 семестр – 4 часа; 6 семестр – <i>учебным планом не предусмотрены.</i> <b>всего - 10 часов</b>
Самостоятельная работа студента (СРС)	3 семестр – 36 часов; 4 семестр – 90 часов. <b>всего - 126 часов</b>	4 семестр – 96 часов; 5 семестр – 28 часов; 6 семестр – 68 часов. <b>всего - 192 часа</b>
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа №1	семестр – 4	семестр – 5
Контрольная работа №2	семестр – 4	семестр – 6
Контрольная работа №3	семестр – 5	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Контрольная работа №4	семестр – 5	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Контрольная работа №5	семестр – 5	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	семестр – 5	семестр – 6
Зачет	семестр – 4	семестр – 5
Зачет с оценкой	<i>учебным планом</i>	<i>учебным планом</i>

	<i>не предусмотрены</i>	<i>не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

**5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

**5.1.1. Очная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Определение перемещений упругих систем.	36	4	10	-	10	16	Контрольная работа №1(о.о.), зачет
2.	Виды напряженного и деформированного состояния. Теории прочности	36	4	8	-	8	20	Контрольная работа №2(о.о.), зачет
3.	Сложное сопротивление	54	5	8	8	8	30	Контрольная работа №3 (о.о.), экзамен
4.	Устойчивость прямолинейных стержней.	36	5	4	8	4	20	Контрольная работа №4 (о.о.), экзамен
5.	Расчет на динамические нагрузки. Основы метода сил.	36	5	4	2	4	26	Контрольная работа №5(о.о.), экзамен
6.	Расчет оболочек по безмоментной теории.	18	5	2	-	2	14	Экзамен
<b>Итого:</b>		<b>216</b>		<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>126</b>	

### 5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Определение перемещений упругих систем.	36	4	2	-	2	32	Контрольная работа №1 (з.о.) (сдаётся в 5 семестре)
2.	Устойчивость прямолинейных стержней.	36	4	2	-	2	32	
3.	Виды напряженного и деформированного состояния. Теории прочности	36	4	2	-	2	32	
4.	Сложное сопротивление	36	5	4	-	4	28	Контрольная работа №2(з.о.), (сдаётся в 6 семестре), зачет
5.	Расчет на динамические нагрузки. Основы метода сил.	36	6	1	2	-	33	экзамен
6.	Расчет оболочек по безмоментной теории.	36	6	1	-	-	35	
<b>Итого:</b>		<b>216</b>		<b>12</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>192</b>	



## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Определение перемещений упругих систем.	Аналитические и экспериментальные методы определения напряжений и перемещений при изгибе. Дифференциальные уравнения изогнутой оси балки второго и четвертого порядков. Определение перемещений методом прямого интегрирования основного уравнения упругой линии. Учет граничных условий. Метод начальных параметров. Расчет статически неопределимой балки на прочность и жесткость.
2.	Виды напряженного и деформированного состояния. Теории прочности	Виды напряженного состояния. Исследование плоского напряженного состояния. Закон парности касательных напряжений. Напряжения в наклонных площадках. Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Экстремальные касательные напряжения. Деформированное состояние в точке. Аналогия между деформированным и напряженным состояниями в точке. Обобщенный закон Гука. Изменение объема материала при деформации. Потенциальная энергия деформации при объемном напряженном состоянии. Первая - пятая теории прочности. Различные механические состояния материала в процессе нагружения конструкции. Опасное состояние материала. Коэффициент запаса прочности. Понятие о расчетах за пределом упругости. Опасные и предельные нагрузки при растяжении-сжатии, изгибе, кручении. Понятие о пластическом шарнире и пластическом моменте сопротивления.
3.	Сложное сопротивление	Сложное сопротивление. Общие понятия. Внецентренное растяжение – сжатие. Уравнение нейтральной линии. Косой изгиб. Определение напряжений и прогибов при косом изгибе. Изгиб с кручением. Определение напряжений в круглом и прямоугольном сечении при сложном сопротивлении. Понятие о ядре сечения.
4.	Устойчивость прямолинейных стержней.	Устойчивость сжатых стержней. Понятие об устойчивости. Определение критической силы. Формула Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Основное уравнение упругой линии при продольном изгибе. Продольно-поперечный изгиб.
5.	Расчет на динамические нагрузки. Основы метода сил.	Динамическое действие нагрузок. Общие замечания. Принцип Даламбера. Динамический коэффициент. Расчет на удар. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Понятие об усталостном разрушении и его причинах. Виды циклов напряжений. Понятие о пределе выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях. Коэффициент запаса усталостной прочности и его определение. Расчет статически неопределимой рамы методом сил. Выбор неизвестных. Определение коэффициентов канонических уравнений. Построение окончательной эпюры моментов. Проверка результатов расчета.
6.	Расчет оболочек по	Расчет оболочек. Общие положения. Расчет симметричных

	безмоментной теории.	оболочек по безмоментной теории. Уравнение Лапласа. Примеры расчета тонкостенных оболочек по безмоментной теории. Расчет тонкой цилиндрической оболочки с учетом краевого эффекта.
--	----------------------	--

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий:

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Определение перемещений упругих систем.	Лабораторные работы <i>не предусмотрены</i>
2.	Виды напряженного и деформированного состояния. Теории прочности	Лабораторные работы <i>не предусмотрены</i>
3.	Сложное сопротивление	Используется комплекс виртуальных лабораторных работ по сопротивлению материалов «COLUMBUS». На очной форме Лабораторная работа № 1. Внецентренное растяжение стального стержня (4 часа). Лабораторная работа № 2. Внецентренное сжатие металлического образца (4 часа). Лабораторная работа № 3. Определение перемещений при косом изгибе (2 часа). Аудиторные лабораторные работы на заочной форме <i>не предусмотрены</i>
4.	Устойчивость прямолинейных стержней.	Аудиторные лабораторные работы на заочном отделении <i>не предусмотрены</i> На очном отделении: Лабораторная работа № 4. Определение критической силы в прямолинейном стержне (2 часа). Лабораторная работа № 5. Определение критической длины при центральном сжатии (2 часа). Лабораторная работа № 6. Исследование влияния условий закрепления стержня на величину критической нагрузки (2 часа).
5.	Расчет на динамические нагрузки. Основы метода сил.	Лабораторная работа № 7. Определение ударной вязкости стального образца (2 часа) (на очном и заочном отделениях)
6.	Расчет оболочек по безмоментной теории.	Лабораторные работы <i>не предусмотрены</i>

### 5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Определение перемещений упругих систем.	Аналитические и экспериментальные методы определения напряжений и перемещений при изгибе. Дифференциальные уравнения изогнутой оси балки второго и четвертого порядков. Определение перемещений методом прямого интегрирования основного уравнения упругой линии. Учет граничных условий. Метод начальных параметров. Расчет статически неопределимой

		балки на прочность и жесткость. (Решение задач).
2.	Виды напряженного и деформированного состояния. Теории прочности	Виды напряженного состояния. Исследование плоского напряженного состояния. Закон парности касательных напряжений. Напряжения в наклонных площадках. Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Экстремальные касательные напряжения. Деформированное состояние в точке. Аналогия между деформированным и напряженным состояниями в точке. Обобщенный закон Гука. Изменение объема материала при деформации. Потенциальная энергия деформации при объемном напряженном состоянии. Первая - пятая теории прочности. Различные механические состояния материала в процессе нагружения конструкции. Опасное состояние материала. Коэффициент запаса прочности. Понятие о расчетах за пределом упругости. Опасные и предельные нагрузки при растяжении-сжатии, изгибе, кручении. Понятие о пластическом шарнире и пластическом моменте сопротивления. (Решение задач).
3.	Сложное сопротивление	Сложное сопротивление. Общие понятия. Внецентренное растяжение – сжатие. Уравнение нейтральной линии. Определение напряжений в круглом и прямоугольном сечении при сложном сопротивлении. Понятие о ядре сечения. Косой изгиб. Определение напряжений и прогибов при косом изгибе. Изгиб с кручением. (Решение задач).
4.	Устойчивость прямолинейных стержней.	Устойчивость сжатых стержней. Понятие об устойчивости. Определение критической силы. Формула Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Основное уравнение упругой линии при продольном изгибе. Продольно-поперечный изгиб. (Решение задач).
5.	Расчет на динамические нагрузки. Основы метода сил.	Динамическое действие нагрузок. Общие замечания. Принцип Даламбера. Динамический коэффициент. Расчет на удар. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Понятие об усталостном разрушении и его причинах. Виды циклов напряжений. Понятие о пределе выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях. Коэффициент запаса усталостной прочности и его определение. Основы расчета статически неопределимых рам методом сил. (Решение задач).
6.	Расчет оболочек по безмоментной теории.	Расчет оболочек. Общие положения. Расчет симметричных оболочек по безмоментной теории. Уравнение Лапласа. Примеры расчета тонкостенных оболочек по безмоментной теории. Расчет тонкой цилиндрической оболочки с учетом краевого эффекта. (Решение задач).

#### 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

##### Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методические материалы
1	2	3	4
1.	Определение перемещений упругих систем.	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Аналитические и экспериментальные методы определения напряжений и перемещений при изгибе. Дифференциальные уравнения изогнутой оси балки второго	[1], [2], [3], [4], [5], [7]

		и четвертого порядков. Определение перемещений методом прямого интегрирования основного уравнения упругой линии. Учет граничных условий. Метод начальных параметров. Расчет статически неопределимой балки на прочность и жесткость. Подготовка к зачету. Выполнение контрольной работы №1.	
2.	Виды напряженного и деформированного состояния. Теории прочности	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Виды напряженного состояния. Исследование плоского напряженного состояния. Закон парности касательных напряжений. Напряжения в наклонных площадках. Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Экстремальные касательные напряжения. Деформированное состояние в точке. Аналогия между деформированным и напряженным состояниями в точке. Обобщенный закон Гука. Изменение объема материала при деформации. Потенциальная энергия деформации при объемном напряженном состоянии. Первая - пятая теории прочности. Различные механические состояния материала в процессе нагружения конструкции. Опасное состояние материала. Коэффициент запаса прочности. Понятие о расчетах за пределом упругости. Опасные и предельные нагрузки при растяжении-сжатии, изгибе, кручении. Понятие о пластическом шарнире и пластическом моменте сопротивления. Подготовка к зачету. Выполнение контрольной работы № 2.	[1], [2], [3], [4], [5], [7], [8]
3.	Сложное сопротивление	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Сложное сопротивление. Общие понятия. Внецентренное растяжение – сжатие. Уравнение нейтральной линии. Определение напряжений в круглом и прямоугольном сечении при сложном сопротивлении. Понятие о ядре сечения. Косой изгиб. Определение напряжений и прогибов при косом изгибе. Изгиб с кручением. Подготовка к экзамену. Выполнение контрольной работы № 3.	[1-4], [6], [7], [8], [9]
4.	Устойчивость прямолинейных стержней.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям по следующим темам: Устойчивость сжатых стержней. Понятие об устойчивости. Определение критической силы. Формула Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Основное уравнение упругой линии при продольном изгибе. Продольно-поперечный изгиб. Подготовка к экзамену. Выполнение контрольной работы №4.	[1], [2], [3], [4], [7], [8], [9]
5.	Расчет на динамические нагрузки. Основы метода сил.	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Динамическое действие нагрузок. Общие замечания. Принцип Даламбера. Динамический коэффициент. Расчет на удар. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Понятие об усталостном разрушении и его причинах. Виды циклов напряжений.	[1], [2], [3], [4], [7], [8]

		Понятие о пределе выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях. Коэффициент запаса усталостной прочности и его определение. Выполнение контрольной работы № 5. Подготовка к экзамену.	
6.	Расчет оболочек по безмоментной теории.	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Расчет оболочек. Общие положения. Расчет симметричных оболочек по безмоментной теории. Уравнение Лапласа. Примеры расчета тонкостенных оболочек по безмоментной теории. Расчет тонкой цилиндрической оболочки с учетом краевого эффекта. Подготовка к экзамену.	[1-4], [5]

### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методические материалы
1	2	3	4
1.	Определение перемещений упругих систем.	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Аналитические и экспериментальные методы определения напряжений и перемещений при изгибе. Дифференциальные уравнения изогнутой оси балки второго и четвертого порядков. Определение перемещений методом прямого интегрирования основного уравнения упругой линии. Учет граничных условий. Метод начальных параметров. Расчет статически неопределимой балки на прочность и жесткость. Подготовка к зачету. Выполнение контрольной работы № 1.	[1], [2], [3], [4], [5], [8]
2.	Виды напряженного и деформированного состояния. Теории прочности	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Виды напряженного состояния. Исследование плоского напряженного состояния. Закон парности касательных напряжений. Напряжения в наклонных площадках. Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Экстремальные касательные напряжения. Деформированное состояние в точке. Аналогия между деформированным и напряженным состояниями в точке. Обобщенный закон Гука. Изменение объема материала при деформации. Потенциальная энергия деформации при объемном напряженном состоянии. Первая - пятая теории прочности. Различные механические состояния материала в процессе нагружения конструкции. Опасное состояние материала. Коэффициент запаса прочности. Понятие о расчетах за пределом упругости. Опасные и предельные нагрузки при растяжении-сжатии, изгибе, кручении. Понятие о пластическом шарнире и пластическом моменте сопротивления. Подготовка к зачету.	[1], [2], [3], [4], [5], [8]
3.	Сложное сопротивление	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Сложное сопротивление. Общие понятия. Внецен-	[1-4], [6], [8], [9]

		<p>тренное растяжение – сжатие. Уравнение нейтральной линии. Определение напряжений в круглом и прямоугольном сечении при сложном сопротивлении. Понятие о ядре сечения. Косой изгиб. Определение напряжений и прогибов при косом изгибе. Изгиб с кручением.</p> <p>Подготовка к экзамену. Выполнение контрольной работы № 2.</p>	
4.	Устойчивость прямолинейных стержней.	<p>Подготовка к лабораторным занятиям по следующим темам: Устойчивость сжатых стержней. Понятие об устойчивости. Определение критической силы. Формула Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Основное уравнение упругой линии при продольном изгибе. Продольно-поперечный изгиб. Подготовка к экзамену. Выполнение контрольной работы № 2.</p>	[1], [2], [3], [4], [8], [9]
5.	Расчет оболочек по безмоментной теории.	<p>Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Расчет оболочек. Общие положения. Расчет симметричных оболочек по безмоментной теории. Уравнение Лапласа. Примеры расчета тонкостенных оболочек по безмоментной теории. Расчет тонкой цилиндрической оболочки с учетом краевого эффекта. Подготовка к экзамену.</p>	[1], [2], [3], [4], [8]
6.	Расчет на динамические нагрузки. Основы метода сил.	<p>Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: Динамическое действие нагрузок. Общие замечания. Принцип Даламбера. Динамический коэффициент. Расчет на удар. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Понятие об усталостном разрушении и его причинах. Виды циклов напряжений. Понятие о пределе выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях. Коэффициент запаса усталостной прочности и его определение. Подготовка к экзамену.</p>	[1-4], [5]

### 5.2.5. Темы контрольных работ

#### Очная форма обучения

1. Расчет статически неопределимой балки на прочность и жесткость при прямом поперечном изгибе с использованием метода начальных параметров.
2. Расчет напряженного состояния в точке тела.
3. Расчет пространственного стержня при сложном сопротивлении.
4. Расчет центрально-сжатого стержня на устойчивость.
5. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.

#### Заочная форма обучения

1. Расчет статически неопределимой балки на прочность и жесткость при прямом поперечном изгибе с использованием метода начальных параметров.  
Расчет центрально-сжатого стержня на устойчивость.
2. Расчет пространственного стержня при сложном сопротивлении.  
Внецентренное сжатие чугунного стержня.

**5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ**  
Учебным планом *не предусмотрены.*

**6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
1	2
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно. Фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, отметить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы. Уделить особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Самостоятельная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

**7. Образовательные технологии**

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Сопrotивление материалов».

**Традиционные образовательные технологии**

Дисциплина «Сопrotивление материалов» проводится с использованием традиционных образовательных технологий, ориентирующихся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий по дисциплине «Сопrotивление материалов» с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями ре-

альных объектов.

### **Интерактивные технологии**

По дисциплине «Сопrotивление материалов» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному контролю предлагаемой информации и поиску ошибок. В конце лекции проводится диагностика знаний студентов и разбор сделанных ошибок.

Лекция-беседа, или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей обучаемых.

По дисциплине «Сопrotивление материалов» практические занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Практическое занятие в форме тренинга. Тренинг – это один из сравнительно новых методов интерактивного обучения. Тренинг (от английского train - воспитывать, учить, приучать) – это процесс получения навыков и умений в какой-либо области посредством выполнения последовательных заданий, действий или игр, направленных на достижение наработки и развития требуемого навыка.

На лабораторных работах применяется решение проблемных задач и прогнозирование результатов испытаний с помощью мозгового штурма. Мозговой штурм, «мозговая атака» относится к совокупности методов групповой дискуссии. Это метод активизации творческого мышления в группе при котором принимается любой ответ обучающегося на заданный вопрос. Важно не давать оценку высказываемым точкам зрения сразу, а принимать все и записывать мнение каждого на доске или листе бумаги. Участники должны знать, что от них не требуется обоснований или объяснений ответов.

Работа с применением компьютерных технологий на лабораторных занятиях– это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, проводить исследования в рамках заданной тематики.

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

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопrotивление материалов. [Текст]: Учебник/ А.В. Александров. – Москва, Высшая школа, 2001г.
2. Александров А.В., Потапов В.Д. Сопrotивление материалов. Основы теории упругости и пластичности. [Текст]: Учебник/ А.В. Александров. – Москва, Высшая школа, 2002г.
3. Варданян Г.С. и др. Сопrotивление материалов с основами теории упругости и пластичности. [Текст]: Учебник/ Г.С. Варданян. – Москва, АСВ, 1995г.
4. Тимошенко, С.П. Сопrotивление материалов / С.П. Тимошенко ; под ред. И.К. Снитко ; пер. В.Н. Федоров. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Изд-во "Наука", 1965. - Т. 1. Элементарная теория и задачи. - 364 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112174>



*б) дополнительная учебная литература:*

5. Дубейковский Е.Н. Сопротивление материалов. [Текст]: Учебное пособие/ Е.Н. Дубейковский. – Москва, Высшая школа, 2006г. (10)
6. Шатохина Л. П., Белозерова Я. Ю., Сигова Е. М. [Сопротивление материалов. Расчёты при сложном сопротивлении: учебное пособие.](#) – Сибирский федеральный университет, 2012. –Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=229341&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=229341&sr=1) (дата обращения 10.04.2017)

*в) перечень учебно-методического обеспечения:*

7. Панасенко Н.Н., Юзиков В.П. Сопротивление материалов. Расчетно-проектировочные работы. Учебно-методическое пособие. – Астрахань, АГТУ, 2008 г. – 189 с. <http://edu.aucu.ru>
8. Завьялова О.Б. Сопротивление материалов и техническая механика. УМП для студентов заочного отделения с примерами решения задач. – Астрахань. АИСИ.2015 г. – 106 с. <http://edu.aucu.ru>
9. Методические материалы для выполнения лабораторных работ на ПЭВМ. – Москва, МИИТ, 2006.–35 с. <http://edu.aucu.ru>

**8.2.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

Комплекс виртуальных лабораторных работ по сопротивлению материалов «COLUMBUS», (Лицензионный договор №10-002 с "ИП Кузмин А.Л." от 02.02.2011г.) на 10 компьютеров; установленный в аудитории № 303 (10 корпус).

- Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription;
- Office Pro+ Dev SL A Each Academic;
- Справочная Правовая Система КонсультантПлюс;
- Apache Open Office;
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader DC;
- Internet Explorer;
- Google Chrome;
- Mozilla Firefox;
- VLC media player;
- Dr.Web Desktop Security Suite

**8.3.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

Электронная информационно-образовательная среда Университета включает в себя:

1. Образовательный портал (<http://edu.aucu.ru>);

**системы интернет-тестирования**

2. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования. Информационно-аналитическое сопровождение тестирования студентов по дисциплинам профессионального образования в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования» (<http://i-exam.ru>).

**электронно-библиотечные системы**

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»

<https://biblioclub.com/>

4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)

**Электронные базы данных:**

5. Научная электронная библиотека — «eLIBRARY.ru» (<http://elibrary.ru/>);

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>№ п\п</b>	<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1.	Аудитории для лекционных занятий: ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №301, №303, учебный корпус №10	<b>№301, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 1 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		<b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
2.	Аудитории для лабораторных занятий: ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №303, учебный корпус №10	<b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект. Комплекс виртуальных лабораторных работ по сопротивлению материалов «COLUMBUS», (Лицензионный договор №10-002 с "ИП Кузмин А.Л." от 02.02.2011г.) на 10 компьютеров; Доступ к сети Интернет
3.	Аудитории для практических занятий: ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитории №203, №209, №303, учебный корпус №10	<b>№203, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели
		<b>№209, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели
		<b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
4.	Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций: ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитории №203, №209, №301, №303, учебный корпус №10	<b>№203, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели
		<b>№209, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели
		<b>№301, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 1 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		<b>№303, учебный корпус № 10</b>

		Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
5.	Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации: ул. Татищева, 186, литер Е, аудитории №203, №209, №301, №303, учебный корпус №10	<b>№203, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели
		<b>№209, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели
		<b>№301, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 1 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		<b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
6.	Аудитории для самостоятельной работы: ул. Татищева, 18, литер А, аудитория №207, №209, №211; №312, главный учебный корпус  ул. Татищева, 186, литер Е, аудитории №303, учебный корпус №10	<b>№207, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
		<b>№209, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		<b>№211, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
		<b>№312, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Доступ к сети Интернет
		<b>№303, учебный корпус № 10</b> Комплект учебной мебели Компьютер- 13 шт. Переносной мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет

#### 10. Особенности организации обучения по дисциплине «Сопротивление материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Сопротивление материалов» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

**Лист внесения дополнений и изменений  
в рабочую программу учебной дисциплины**

**«Сопротивление материалов»**

---

(наименование дисциплины)

на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство»,

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
подпись И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

Председатель методической комиссии

\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



### ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Наименование дисциплины Сопротивление материалов

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

По направлению подготовки

08.03.01 «Строительство»

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

По профилю подготовки

«Промышленное и гражданское строительство»

*(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)*

Кафедра

«Промышленное и гражданское строительство»

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

**Разработчики:**

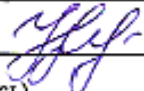
доцент, к.т.н.  
(занимаемая должность  
учёная степень и учёное звание)

 /О.Б. Завьялова/  
(подпись) И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы разработаны для учебного плана: 2018 г.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры  
«Промышленное и гражданское строительство», протокол № 9 от 25. 04. 2018 г.

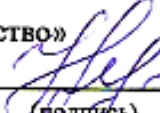
Заведующий кафедрой

 /Н.В. Купчикова/  
(подпись) И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКН «Строительство»


профиль «Промышленное и гражданское строительство»

 /Н.В. Купчикова/  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ

 /А.В. Анисимов/  
(подпись) И. О. Ф.

Специалист УМУ

 /И.В. Иванов/  
(подпись) И. О. Ф.

## СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине	3
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ	3
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	4
1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля	4
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	5
1.2.3. Шкала оценивания	8
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	9
2.1. Зачет	9
2.2. Экзамен	10
2.3. Контрольная работа	11
2.4. Тест	11
2.5. Защита лабораторной работы	12
2.6. Опрос устный	13
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	14
Приложение 1. Типовые вопросы к зачету	15
Приложение 2. Типовые вопросы к экзамену	16
Приложение 3. Типовые задания к контрольным работам	17
Приложение 4. Типовые задания для тестирования	22
Приложение 5. Типовые вопросы к защите лабораторных работ	24
Приложение 5. Типовые вопросы к устному опросу	26

**1.1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине**

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины и представлен в виде отдельного документа

**1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 3)	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1)						Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>ОПК – 1:</b> Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Знать:							
	основные понятия и законы сопротивления материалов	X	X	X	X	X	X	Тесты по всем разделам дисциплины. Опрос на практических занятиях по всем разделам дисциплины. зачет, экзамен.
	Уметь:							
	использовать основные законы сопротивления материалов в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области сопротивления материалов	X	X	X	X	X	X	Тесты по всем разделам дисциплины, защита лабораторных работ, зачет, экзамен.
	Владеть:							
	навыками решения задач сопротивления материалов в профессиональной деятельности	X	X	X	X	X	X	Контрольные работы №1,2,3,4,5 (для о.о.), контрольные работы №1,2 (для з.о.), защита лабораторных работ, зачет, экзамен
<b>ПК – 4:</b> Способностью участвовать	Знать:							
	принципы и законы сопротивления материалов при	X	X	X	X	X	X	Опрос на практических



в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности.	проектировании объектов профессиональной деятельности							занятиях по всем разделам дисциплины. Тесты по всем разделам дисциплины, зачет, экзамен.
	Уметь:							
	применять принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности	X	X	X	X	X	X	Тесты по всем разделам дисциплины, зачет, экзамен.
	Владеть:							
	навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов сопротивления материалов	X	X	X	X	X	X	Контрольные работы №1,2,3,4,5 (для о.о.), контрольные работы №1,2 (для з.о.), защита лабораторных работ

## 1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Опрос устный	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов	Темы лабораторных работ и требования к их защите

**1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6
ОПК - 1 - Способностью использовать основные законы естественнонаучн ых дисциплин в профессионально й деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментальн ого исследования.	<b>Знает</b> (ОПК-1) - основные понятия и законы сопротивления материалов.	Обучающийся не знает и не понимает основные законы сопротивления материалов.	Обучающийся знает основные законы сопротивления материалов в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает основные законы сопротивления материалов в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает основные законы сопротивления материалов в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях.
	<b>Умеет</b> (ОПК-1) - использовать основные законы сопротивления материалов в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области сопротивления материалов.	Обучающийся не умеет использовать основные законы сопротивления материалов в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области сопротивления материалов.	Обучающийся умеет использовать основные законы сопротивления материалов в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области сопротивления материалов в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет использовать основные законы сопротивления материалов в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области сопротивления материалов в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет использовать основные законы сопротивления материалов в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области сопротивления материалов в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.

	<b>Владеет</b> (ОПК-1) - навыками решения задач сопротивления материалов в профессиональной деятельности	Обучающийся не владеет навыками решения задач сопротивления материалов в профессиональной деятельности	Обучающийся владеет навыками решения задач сопротивления материалов в профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет навыками решения задач сопротивления материалов в профессиональной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет навыками решения задач сопротивления материалов в профессиональной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ПК – 4 - способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности.	<b>Знает</b> (ПК-4) - принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности	Обучающийся не знает и не понимает законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности	Обучающийся знает основные законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает основные законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает основные законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	<b>Умеет</b> (ПК-4) - применять принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности	Обучающийся не умеет применять принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности	Обучающийся умеет применять принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет применять принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет применять принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях.

				сложности.	ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	<b>Владеет</b> (ПК-4) - навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов сопротивления материалов.	Обучающийся не владеет навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов сопротивления материалов.	Обучающийся владеет навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов сопротивления материалов в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов сопротивления материалов в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов сопротивления материалов в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.

### 1.2.3. Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**2.1. Зачет**

- а) типовые вопросы к зачету (Приложение 1),  
б) критерии оценивания

При оценке знаний на зачете учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

## 2.2. Экзамен

- а) типовые вопросы к экзамену (Приложение 2)  
б) критерии оценивания

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### 2.3. Контрольная работа

- а) типовые задания к контрольной работе приведены в приложении 3 и в методических указаниях [7, 8].  
б) критерии оценивания

Контрольная работа выполняется в виде расчетно-графической работы. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильность оформления контрольной работы.
2. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение

задач.

3. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
4. Умение связать теорию с практикой.
5. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

#### 2.4. Тест

а) *типовой комплект заданий для тестов приведен в приложении 4 (полный комплект размещен на образовательном портале АГАСУ)*

б) *критерии оценивания*

При оценке знаний оценивания тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал

		правильный и полный ответ.
2	Хорошо	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.
3	Удовлетворительно	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.
4	Неудовлетворительно	если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Незачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

## 2.5. Защита лабораторной работы

а) темы лабораторных работ и типовые вопросы для подготовки к защите приведены в приложении 5

б) критерии оценивания

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования /измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования /измерения, а также оценить результат



## 2.6. Опрос устный

а) типовые вопросы и задания (приведены в приложении б):

б) критерии оценивания

При оценке знаний на опросе (устном) учитывается:

1. Полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

2. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

3. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

4. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

5. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

6. Использование дополнительного материала (обязательное условие);

7. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно.
2	Хорошо	студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.
3	Удовлетворительно	студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
4	Неудовлетворительно	студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

## 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

**1-й этап:** оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными матрицей компетенций ООП (приложение к ООП). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных

дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине.

**2-этап:** интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

### **Характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1	Контрольная работа	В соответствии с графиком выполнения работ, на консультациях	По пятибалльной шкале или зачтено/незачтено	журнал успеваемости преподавателя
2	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	По пятибалльной шкале	Лабораторная тетрадь. журнал успеваемости преподавателя
3	Опрос устный	На практических занятиях перед началом решения задач	По пятибалльной шкале	журнал успеваемости преподавателя
4	Зачет	Раз в семестр, по окончании 1-го семестра изучения дисциплины	зачтено/незачтено	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
5	Тестирование	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале или зачтено/незачтено	Лист результатов из кабинета тестирования, журнал успеваемости преподавателя
6	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио

Удовлетворительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

**Типовые вопросы к зачету**

1. Дифференциальное уравнение упругой линии при изгибе.
2. Связь прогибов и углов поворота сечений балки. Учёт граничных условий.
3. Определение перемещений методом прямого интегрирования дифференциального уравнения упругой линии балки.
4. Определение перемещений методом начальных параметров.
5. Уравнения прогибов и углов поворота по методу начальных параметров.
6. Расчет статически неопределимых балок с использованием метода начальных параметров.
7. Виды напряжённых состояний.
8. Главные площадки и главные напряжения.
9. Обобщённый закон Гука.
10. Плоское напряжённое состояние. Определение положения главных площадок.
11. Вычисление главных напряжений при плоском напряженном состоянии.
12. Теории прочности.
13. Применение теорий прочности для хрупких и пластичных материалов.

**Типовые вопросы к экзамену**

1. Сложное сопротивление.
2. Расчёт прямоугольного и круглого сечений при сложном сопротивлении.
3. Внецентренное растяжение и сжатие прямого стержня.
4. Условия прочности для пластичных и хрупких материалов.
5. Определение положения нейтральной линии.
6. Понятие о ядре сечения для внецентренно сжатых элементов.
7. Расчёт тонкостенных осесимметричных оболочек по безмоментной теории.
8. Уравнение Лапласа.
9. Устойчивость. Критическая сила.
10. Вывод формулы Эйлера для критической силы.
11. Устойчивость. Критические напряжения.
12. Формулы Эйлера и Ясинского для определения критических напряжений.
13. Условия применимости формул Эйлера / Ясинского.
14. Практические методы расчёта прямолинейных стержней на устойчивость.
15. Расчёты за пределами упругости. Условная диаграмма Прандля. Опасные и предельные нагрузки.
16. Предельное состояние конструкции при растяжении и кручении.
17. Предельный момент при чистом изгибе. Понятие пластического шарнира.
18. Предельное состояние в СОС и СНС.
19. Понятие о динамической нагрузке. Виды динамических расчётов.
20. Расчёт на удар. Коэффициент динамичности.
21. Переменные напряжения. Характеристики цикла. Виды циклов. Усталость.
22. Предел выносливости. Кривая Вёлера для симметричного цикла. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

### Типовые задания к контрольным работам

Варианты задания выбираются по последним четырем цифрам шифра зачетной книжки. Например:

$$\begin{array}{r} \text{шифр} - 10|5|4|3|6 \\ \text{буквы} - \quad |в|г|д|е \end{array}$$

Буквы обозначают номер столбца, цифры шифра – номер строки.

#### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

##### Задача 1. Изгиб статически неопределимой балки

На балку, изображенную на схеме, действуют распределенная нагрузка  $q$ , сосредоточенные силы  $P = \alpha ql$  и  $F = \beta ql$ . Требуется:

- 1) Найти изгибающий момент на левой опоре (в долях  $ql^2$ );
  - 2) Построить эпюры  $Q_y$  и  $M_x$ ;
  - 3) Построить эпюру прогибов, вычислив три ординаты в пролете и две – на консоли.
- Исходные данные представлены в таблице 5.

*Указания:* Для ответа на первый вопрос нужно выбрать основную систему в виде свободно лежащей на двух опорах балки и составить уравнение деформаций, выражающее мысль, что суммарный угол поворота на левой опоре от заданной нагрузки и от опорного момента равен нулю.

Можно также решить задачу иначе, составив два уравнения: 1) уравнение статики в виде суммы моментов всех сил относительно правой опоры; 2) уравнение метода начальных параметров, выражающее мысль, что прогиб на правой опоре равен нулю. Из этих уравнений можно найти изгибающий момент и реакцию на первой опоре.

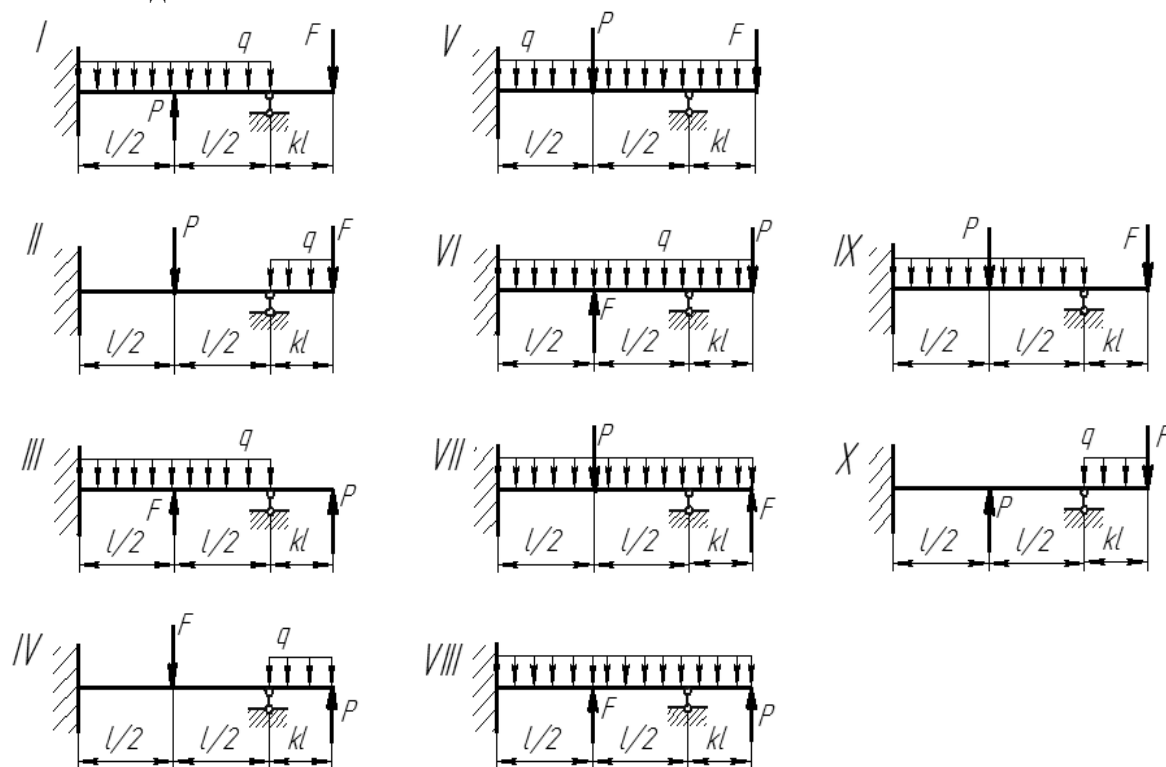
Для ответа на третий вопрос целесообразнее всего использовать метод начальных параметров, так как два начальных параметра ( $y_0$  и  $\theta_0$ ) известны, а два других ( $M_0$  и  $Q_0$ ) будут найдены в процессе выполнения первых двух пунктов контрольной работы.

При построении эпюры прогибов надо учесть, что упругая линия балки обращена выпуклостью вниз там, где изгибающий момент положительный, и выпуклостью вверх там, где он отрицательный. Нулевым точкам эпюры  $M$  соответствуют точки перегиба упругой линии.

Исходные данные к задаче 1

№ строки	Схема	$\alpha$	$\beta$	$k$
1	I	0,1	0,1	0,30
2	II	0,2	0,2	0,35
3	III	0,3	0,3	0,40
4	IV	0,4	0,4	0,45
5	V	0,5	0,5	0,50
6	VI	0,6	0,6	0,55
7	VII	0,7	0,7	0,60
8	VIII	0,8	0,8	0,65
9	IX	0,9	0,9	0,70
0	X	1,0	1,0	0,75
	е	в	г	д

Схемы к задаче 1.



## Задача 2. Устойчивость

Стальной стержень длиной  $l$  сжимается силой  $P$ . Требуется:

1. Найти размеры поперечного сечения при допустимом напряжении на простое сжатие  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$  (расчет производить последовательными приближениями, предварительно задавшись коэффициентом  $\varphi = 0,5$ );
2. Найти значение критической силы и коэффициента запаса устойчивости.

Исходные данные представлены в таблице.

Общие исходные данные:

Материал стержня – Сталь 3. Модуль упругости  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ;  $a = 310 \text{ МПа}$ ;  $b = 1,14 \text{ МПа}$ ;

$\lambda_0 = 60$ ;  $\lambda_{пред} = 100$ . Предел текучести  $\sigma_T = 240 \text{ МПа}$

Исходные данные к задаче 2

№ строки	Форма сечения стержня	$P$ , кН	$l$ , м	Схема закрепления концов стержня
1	I	100	2,1	I
2	II	150	2,2	II
3	III	200	2,3	III
4	IV	250	2,4	IV
5	V	300	2,5	V
6	VI	350	2,6	VI
7	VII	400	2,7	I
8	VIII	450	2,8	II
9	IX	500	2,9	III
0	X	550	3,0	IV
	е	в	г	д

Форма сечения стержня к задаче 2.

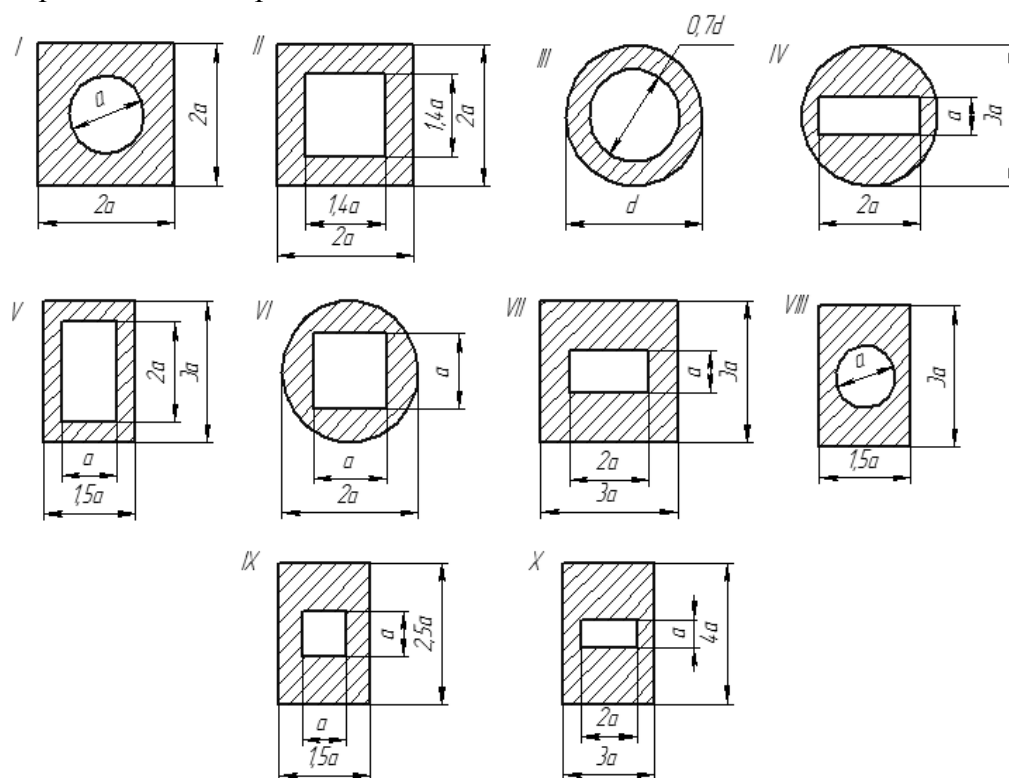
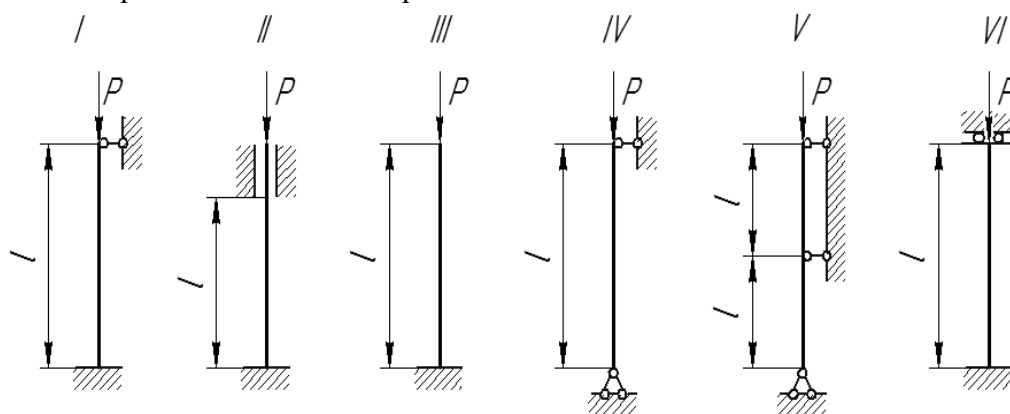


Схема закрепления концов стержня к задаче 2.



## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

### Задача 3. Сложное сопротивление (изгиб с кручением)

На схеме изображена в аксонометрии ось ломаного стержня круглого поперечного сечения, расположенная в горизонтальной плоскости, с прямыми углами в точках  $A$  и  $B$ . На стержень действует вертикальная нагрузка.

Требуется:

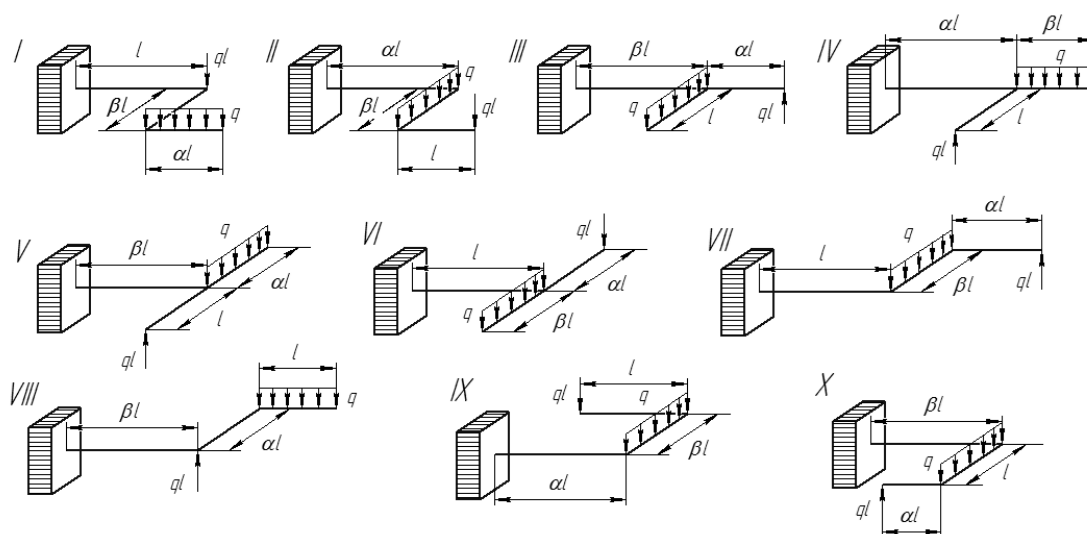
1. Построить отдельно (в аксонометрии) эпюры изгибающих и крутящих моментов;
2. Установить опасное сечение и найти для него расчетный момент по четвертой теории прочности.

Исходные данные представлены в таблице.

Исходные данные для задачи №3

№ строки	Схема	$\alpha$	$\beta$
1	I	0,5	0,5
2	II	0,6	0,6
3	III	0,7	0,7
4	IV	0,8	0,8
5	V	0,9	0,9
6	VI	1,0	1,0
7	VII	1,1	1,1
8	VIII	1,2	1,2
9	IX	1,3	1,3
0	X	1,4	1,4
	е	д	г

Схемы к задаче № 3.



**Задача 4. Внецентренное растяжение-сжатие**

Чугунный короткий стержень, поперечное сечение которого изображено на схеме, сжимается продольной силой  $P$ , приложенной в точки  $A$ . Требуется:

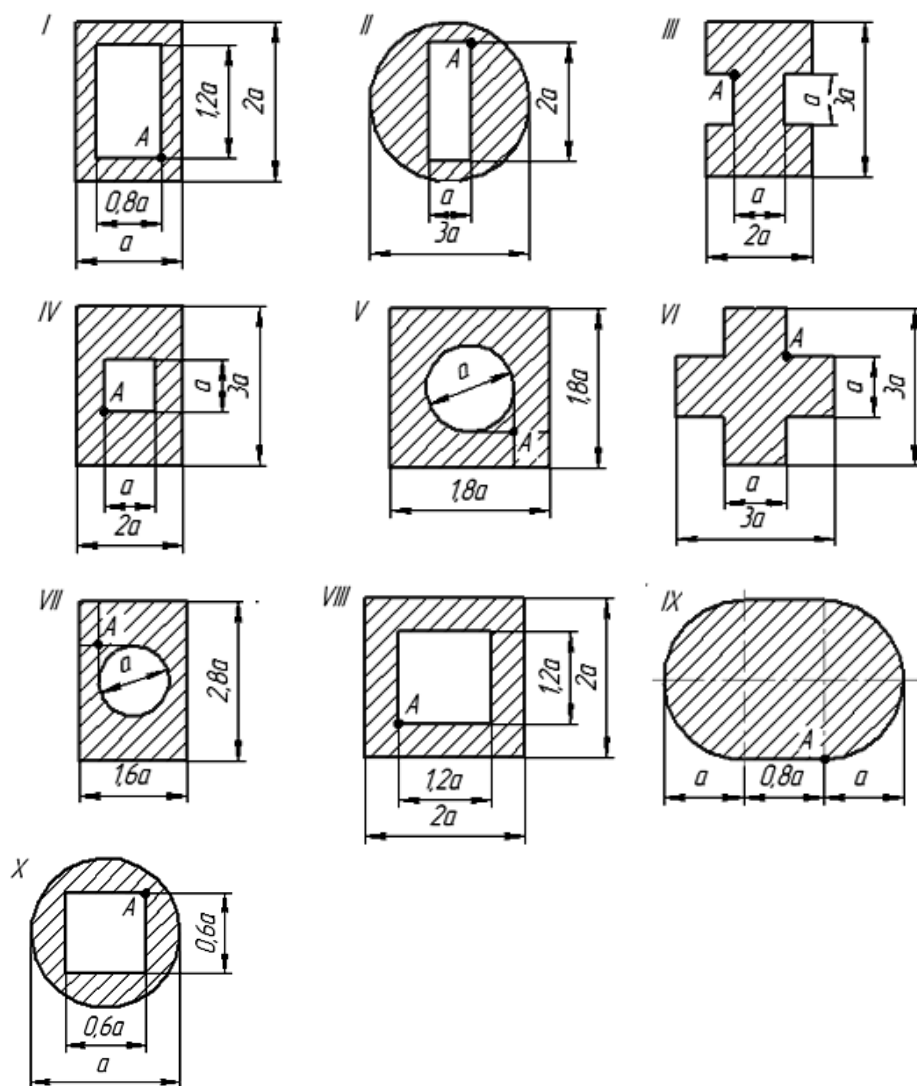
1. Вычислить наибольшее растягивающее и наибольшее сжимающее напряжение в поперечном сечении, выразив эти напряжения через  $P$  и размеры сечения;
2. Найти допускаемую нагрузку  $P$  при заданных размерах сечения и допускаемых напряжениях для чугуна на сжатие  $[\sigma_C]$  и на растяжение  $[\sigma_P]$ .

Исходные данные представлены в таблице.

№ строки	схема	a, см	$[\sigma_C]$	$[\sigma_P]$
			МПа	
1	I	2	60	21
2	II	3	70	22
3	III	4	80	23
4	IV	5	90	24
5	V	6	100	25
6	VI	7	110	26
7	VII	8	120	27
8	VIII	9	130	28
9	IX	10	140	29
0	X	11	150	30
	е	д	г	в



Схемы к задаче 4



### Типовой комплект заданий для тестов

**ОПК – 1:** Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

**ПК – 4:** Способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности.

**ЗНАТЬ:** основные понятия и законы сопротивления материалов (ОПК-1);  
принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-4)

1. Векторную величину, которая характеризует интенсивность распределения внутренних сил по сечению тела, называют...

- **полным напряжением в точке**
- напряженным состоянием в точке
- нормальным напряжением
- касательным напряжением

2. Напряжённое состояние, когда на гранях выделенного элемента возникают только касательные напряжения, называют...

- двухосным растяжением
- **чистым сдвигом**
- объёмным
- линейным

3. Утверждение, что напряжения и перемещения в сечениях, удалённых от места приложения внешних сил, не зависят от способа приложения нагрузок, называется...

- гипотезой плоских сечений
- принципом начальных размеров
- **принципом Сен-Венана**
- принципом независимого действия сил

4. Внецентренное растяжение и сжатие прямого стержня – такой вид деформации, при котором в поперечном сечении возникают...

- нормальная сила и крутящий момент
- **нормальная сила и, как минимум, один изгибающий момент**
- нормальная сила и, как минимум, два изгибающих момента
- нормальная сила, поперечная сила и изгибающий момент

5. При внецентренном растяжении и сжатии положение нейтральной линии

- **не зависит от величины и направления силы Р**
- зависит от величины и направления силы Р
- зависит только от величины силы Р
- зависит только от направления силы Р .

6. Нулевая (нейтральная линия в сечении) это...

- прямая, на которой центробежные моменты равны нулю
- прямая, на которой изгибающие моменты равны нулю
- прямая, на которой касательные напряжения равны нулю.
- **прямая, на которой нормальные напряжения равны нулю**
- ось симметрии сечения.

7. Если при внецентренном сжатии точка приложения силы лежит на главной оси, то нулевая линия....

- параллельна этой оси

- перпендикулярна этой оси
  - проходит через точку приложения силы
  - совпадает с этой осью.
8. *Опасное сечение – такое, в котором...*
- действуют наибольшие внутренние усилия
  - приложены сосредоточенные нагрузки
  - возникают наибольшие перемещения
  - расположены главные площадки.
9. *Опасная точка в сечении - ...*
- такая, в которой нормальные напряжения максимальны
  - такая, в которой касательные напряжения максимальны
  - такая, в которой эквивалентные напряжения максимальны
  - угловая точка сечения
  - точка, лежащая в середине длинной стороны.
10. *Критическое напряжение Эйлера не превышает ...*
- предела текучести
  - предела прочности
  - предела упругости
  - предела пропорциональности
11. *Критическое напряжение Ясинского не превышает ...*
- предела текучести
  - предела прочности
  - предела упругости
  - предела пропорциональности

## УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ:

### Уметь:

использовать основные законы сопротивления материалов в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа при решении задач, проводить экспериментальные исследования в области сопротивления материалов (ОПК-1);

применять принципы и законы сопротивления материалов при проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

### Владеть:

навыками решения задач сопротивления материалов в профессиональной деятельности (ОПК-1);

навыками проектирования объектов профессиональной деятельности с учетом принципов и законов сопротивления материалов (ПК-4).

12. *В круглом сечении действуют нормальная сила  $N=40$  кН, изгибающий момент  $M_x=40$  кНм, крутящий момент  $M_{кр}=40$  кНм. Расчетный момент по третьей гипотезе прочности будет равен...*

**56,67 кНм**    69,3 кНм    40 кНм    52,9 кНм

13. *Критическое напряжение по Эйлеру определяют по формуле...*

$\sigma = \pi E / \lambda^2$      $\sigma = \pi^2 EI / \lambda^2$      $\sigma = \pi^2 EA / \lambda^2$      $\sigma = \pi^2 E / \lambda^2$

14. *Критическое напряжение Ясинского определяют по формуле...*

$\sigma = (a-b\lambda)A$      $\sigma = (a-b\lambda)/A$      $\sigma = a-b\lambda$      $\sigma = \pi^2 E / \lambda^2$

15. *Сжатый стержень ошибочно рассчитан по формуле Эйлера в области её неприменимости. Опасна ли эта ошибка или она приведет к перерасходу материала на изготовление стержня?*

- расчет пойдет в запас устойчивости и будет перерасход материала
- эта ошибка может привести к потере устойчивости стержня
- формула Эйлера является универсальной и ошибки не будет

16. Как влияет длина стержня на величину критической силы Эйлера?

- критическая сила пропорциональна длине стержня
- критическая сила обратно пропорциональна длине стержня
- критическая сила пропорциональна квадрату длины стержня
- **критическая сила обратно пропорциональна квадрату длины стержня**

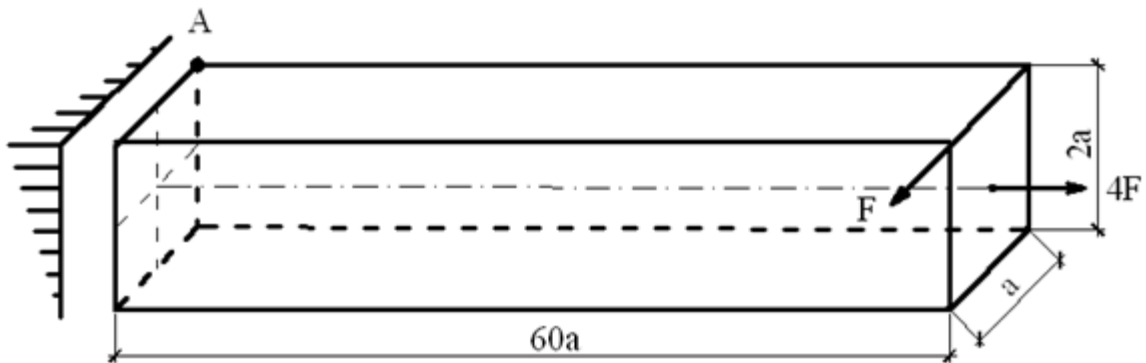
17. Стержень, имеющий круглое поперечное сечение, испытывает изгиб с кручением. Определите наименьший диаметр сечения из условия прочности, если  $[\sigma]=180$  МПа,  $M_x=M_y=M_{кр}=40$  кНм.

- 158 мм      100 мм      231 мм      200 мм

18. В круглом сечении действуют нормальная сила  $N=40$  кН, изгибающий момент  $M_x=40$  кНм, крутящий момент  $M_{кр}=40$  кНм. Диаметр сечения 20 см. Эквивалентное напряжение в опасной точке равно...

- $\approx 62$  МПа       $\approx 73$  МПа       $\approx 172$  МПа       $\approx 100$  МПа

19. Определите нормальное напряжение в точке А.



$$\sigma = \frac{92F}{a^2}$$

$$\sigma = \frac{182F}{a^2}$$

$$\sigma = \frac{188F}{a^2}$$

$$\sigma = \frac{160F}{a^2}$$

20. Какой метод применяют при определении нормальных напряжений опытным путём?

- методом сечений
- методом проекций
- методом разделения переменных
- **методом электрического тензометрирования**

21. Во время эксперимента по определению критической нагрузки отклонение стержня от вертикали при увеличении нагрузки возрастает. Как убедиться, что устойчивость потеряна?

- разгрузить стержень и нагрузить снова
- **перебросить стержень по другую сторону от недеформированной оси, если возвращается в первоначальное состояние – то устойчивость сохраняется**
- увеличивать нагрузку, пока отклонение не станет очевидным
- отклонение от положения равновесия уже является свидетельством потери устойчивости

22. Прямоугольное сечение с размерами 10x20 см длинной стороной расположено в плоскости действия момента  $M_x$ . В сечении действуют изгибающие моменты  $M_x=60$

$\kappa_{Нм}$  и  $M_y = 40$  кНм, а также крутящий момент  $M_{кр} = 30$  кНм. Для  $h:b=2$  коэффициенты  $\beta=0,493$ ;  $\gamma=0,795$ . Напряжение в середине длинной стороны по третьей гипотезе прочности равно...

**171a**    154 МПа                      151,4 МПа                      134,7 МПа

23. Круглое сечение находится в условиях сложного сопротивления. Напряжение опасной точке может быть найдено по формуле...

$$\sigma^{\text{III}} = \sqrt{\left(\frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}\right)^2 + 4\left(\frac{M_{кр}}{W_\rho}\right)^2}$$

$$\sigma^{\text{III}} = \sqrt{\left(\frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x}\right)^2 + 4\left(\frac{M_{кр}}{W_\rho}\right)^2}$$

$$\sigma^{\text{III}} = \sqrt{\left(\frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y}\right)^2 + 4\left(\frac{M_{кр}}{W_\rho}\right)^2}$$

$$\sigma^{\text{III}} = \sqrt{\left(\frac{N}{A} + \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{W_x}\right)^2 + 4\left(\frac{M_{кр}}{W_\rho}\right)^2}$$

24. Прямоугольное сечение с размерами 10x20 см длинной стороной расположено в плоскости действия момента  $M_x$ . В сечении действуют изгибающие моменты  $M_x=60$  кНм и  $M_y=30$  кНм, а также крутящий момент  $M_{кр}=40$  кНм. Для  $h:b=2$  коэффициенты  $\beta=0,493$ ;  $\gamma=0,795$ . Нормальное напряжение в угловой точке сечения равно...

**180 МПа**    221 МПа                      224 МПа                      160 МПа

25. Прямоугольное сечение находится в условиях сложного сопротивления. Напряжение в угловой опасной точке может быть найдено по формуле...

$$\sigma^{\text{III}} = \sqrt{\left(\frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}\right)^2 + 4\left(\frac{M_{кр}\gamma}{\beta \cdot b^3}\right)^2}$$

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$$

$$\sigma^{\text{III}} = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_{кр}\gamma}{\beta \cdot b^3}$$

$$\sigma^{\text{III}} = \sqrt{\left(\frac{N}{A} + \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{W_x}\right)^2 + 4\left(\frac{M_{кр}\gamma}{\beta \cdot b^3}\right)^2}$$

26. Стержень, имеющий квадратное поперечное сечение, испытывает кривой изгиб. Определите наименьший размер сечения из условия прочности, если  $[\sigma]=180$  МПа,  $M_x=M_y=40$  кНм.

110 мм                      **139 мм**                      52 мм                      76 мм

## Типовые вопросы к защите лабораторных работ

### Лабораторная работа №1

#### Внецентренное растяжение стального стержня

1. Какой случай деформации называют внецентренным растяжением?
2. Какие внутренние усилия возникают в стержне при внецентренном растяжении?
3. Какая зависимость связывает напряжения и деформации при растяжении и сжатии?
4. Сформулируйте закон Гука.
5. Какой метод положен в основу опыта?
6. Что представляет собой рычажный тензометр?
7. Как определить нормальные напряжения в стержне опытным путем?
8. Как определить нормальные напряжения в стержне при внецентренном растяжении теоретическим путем?
9. Что называют нейтральной линией в сечении?
10. Как выглядит эпюра нормальных напряжений в сечении образца?
11. Изложите ход испытания.

### Лабораторная работа №2

#### Внецентренное сжатие металлического образца

1. Какой вид деформации называют внецентренным сжатием?
2. Какие внутренние усилия возникают в образце при внецентренном сжатии?
3. Как вычислить изгибающий момент в рассматриваемом сечении?
4. Приведите теоретическую формулу нормальных напряжений в произвольной точке сечения при совместном сжатии и изгибе.
5. Как распределены нормальные напряжения по высоте сечения?
6. Какой метод положен в основу опыта?
7. На чем основан метод электрического тензометрирования?
8. Что представляет собой тензодатчик? Как он должен быть наклеен?
9. Что называют «базой» тензодатчика?
10. Как определить нормальные напряжения опытным путем?
11. Чему равны нормальные напряжения в центре сечения?
12. Чем можно объяснить некоторое несоответствие опытных и теоретических результатов?

### Лабораторная работа № 3

#### Определение перемещений при косом изгибе

1. Что называют косым изгибом?
2. Каким образом был создан случай косого изгиба?
3. Сформулируйте принцип независимого действия сил.
4. Как разложить силу на главные силовые плоскости?
5. Как определить  $M_x$  и  $M_y$  в заданном сечении консольного стержня?
6. Как определить горизонтальный и вертикальный прогиб заданной точки балки теоретическим способом?
7. Как вычислить результирующее перемещение заданной точки?
8. Чему равна цена деления индикатора часового типа?

**Лабораторная работа № 4**  
**Определение критической силы в прямолинейном стержне**

1. Опишите лабораторную установку и ход опыта.
2. Что называют устойчивым, неустойчивым и безразличным равновесием?
3. Каким образом определяют достижение критической нагрузки?
4. В каком случае критическую силу можно определять по формуле Эйлера?
5. Как определяется гибкость лабораторного стержня?
6. Как учитываются условия закрепления?
7. Может ли экспериментально полученная критическая сила быть больше теоретической?
8. Как влияют начальные несовершенства на величину критической силы?

**Лабораторная работа № 5**  
**Определение критической длины центрально сжатого стержня**

1. Каким соотношением связаны критическая сила и длина стержня?
2. Опишите лабораторную установку и ход испытания.
3. Что называют приведенной длиной?
4. Что такое гибкость стержня?
5. Как учесть условия закрепления стержня?
6. Если стержень имеет начальное искривление, как отличить потерю устойчивости от дополнительного изгиба?
7. Учет влияния начальных несовершенств.

**Лабораторная работа № 6**  
**Исследование влияния условий закрепления стержня на величину критической нагрузки**

1. Приведите формулу Эйлера для критической силы.
2. Условия применимости формулы Эйлера.
3. Что называют приведенной длиной?
4. Как вычислить радиус инерции поперечного сечения?
5. Как влияют на величину силы Эйлера условия закрепления концов стержня?
6. Что называют коэффициентом приведения длины? Как он определяется для различных случаев закрепления концов?
7. Чему равно наибольшее значение этого коэффициента?
8. Во сколько раз отличается критическая сила для консольного стержня и шарнирно опертого по концам при прочих равных условиях?

**Лабораторная работа № 6**  
**Определение ударной вязкости стального образца**

1. Для чего проводят испытания на ударную вязкость?
2. Приведите формулу для вычисления ударной вязкости.
3. Как вычислить работу, затрачиваемую маятником при изломе образца?
4. Опишите последовательность выполнения опыта для определения ударной вязкости.

## Типовые вопросы к устному опросу

### Тема «Определение перемещений упругих систем»

1. Запишите общее дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Почему это уравнение считается приближенным?
2. Как находят постоянные интегрирования?
3. Что называют граничными условиями?
4. В чём преимущества метода начальных параметров? Запишите уравнения прогибов и углов поворота.
5. Какая зависимость связывает уравнения прогибов, углов поворота, изгибающих моментов, поперечных сил?
6. Особенности учета равномерно распределенной нагрузки.
7. Правило знаков при подстановке в уравнение метода начальных параметров.
8. Как выполнить расчет статически неопределимой балки с помощью уравнения метода начальных параметров?

### Тема «Виды напряженного и деформированного состояния. Теории прочности»

1. Какое напряженное состояние называется линейным (одноосным), плоским (двуосным) и пространственным (трехосным)?
2. Каково правило знаков для нормальных и касательных напряжений.
3. Докажите закон парности касательных напряжений.
4. Как определяют напряжения в наклонных площадках в случае плоского напряженного состояния?
5. Чему равна сумма нормальных напряжений на любых взаимно перпендикулярных площадках?
6. Что называют главными напряжениями и главными площадками?
7. Как определяют положение главных площадок?
8. По каким формулам определяют главные напряжения?
9. Чему равны экстремальные касательные напряжения, и на каких площадках они действуют?
10. Как записывается обобщенный закон Гука?
11. Как определяется относительное изменение объема?
12. Почему коэффициент Пуассона для изотропных тел меньше 0,5?
13. Выведите формулы полной удельной потенциальной энергии, удельной потенциальной энергии изменения объема и удельной потенциальной энергии изменения формы.
14. Какие механические состояния может испытывать материал конструкции при её нагружении?
15. Что называется предельным состоянием материала. Чем характеризуется предельное состояние для пластичных и хрупких материалов?
16. Почему определение прочности в случаях сложного напряженного состояния приходится производить на основе результатов опытов, производимых при одноосном напряженном состоянии?
17. Что представляют теории прочности?
18. В чем сущность первой – пятой теории прочности? Укажите их недостатки и области применения.

### Тема «Сложное сопротивление»

1. Какой изгиб называется косым?
2. По какой формуле определяются нормальные напряжения при косом изгибе?
3. Как находится положение нейтральной оси при косом изгибе?



4. Как определяют положение опасных точек при косом изгибе?
5. Как определяются перемещения точек оси балки при косом изгибе?
6. Какое сложное сопротивление называют внецентренным растяжением (или сжатием)?
7. По каким формулам определяются нормальные напряжения при внецентренном растяжении и сжатии?
8. Как определяется положение нейтральной линии при внецентренном растяжении и сжатии?
9. Чему равно нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при внецентренном растяжении и сжатии?
10. Какие напряжения возникают в поперечном сечении бруса при изгибе с кручением?
11. Какие точки круглого поперечного сечения являются опасными при изгибе с кручением? Какое напряженное состояние возникает в этих точках?
12. Как находится расчетный (приведенный) момент (по различным теориям прочности) при изгибе с кручением бруса круглого сечения?

#### **Тема «Устойчивость сжатых стержней»**

1. В чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?
2. Что называется критической силой и критическим напряжением?
3. Какие основные методы исследования на устойчивость вы знаете?
4. Какое дифференциальное уравнение из теории изгиба лежит в основе вывода формулы Эйлера?
5. Какой вид имеет формула Эйлера, определяющая значение критической силы?
6. Какой момент инерции обычно входит в формулу Эйлера? Возможны ли здесь исключения?
7. Что представляет собой коэффициент приведения длины и чему он равен при различных условиях закрепления концов сжатых стержней?
8. Как устанавливается предел применимости формулы Эйлера?
9. Что называется гибкостью стержней?
10. Что называется предельной гибкостью?
11. Какой вид имеет формула Ясинского для определения критических напряжений?
12. Какой вид имеет график зависимости критических напряжений от гибкости для стальных стержней?
13. Что представляет собой коэффициент? Как определяется его значение? Как проводится проверка стержней на устойчивость с его помощью?
14. Как подбирается сечение стержня при расчете на устойчивость?

#### **Тема «Расчет на динамические нагрузки. Основы метода сил»**

1. Какие нагрузки называются статическими, и какие – динамическими?
2. В чем заключается принцип Даламбера?
3. Приведите пример вычисления напряжений при равноускоренном движении.
4. Чему равен динамический коэффициент при ударе?
5. Каковы современные представления о прочности материалов, работающих в условиях переменных напряжений?
6. Что называется циклом напряжений?
7. Какие циклы изменения напряжений во времени вы знаете?
8. Что называется средним, максимальным и минимальным напряжением, амплитудой, коэффициентом асимметрии цикла напряжений?
9. Что представляет собой кривая усталости и как её получают?
10. Что называется пределом выносливости?
11. Какую величину называют базовым числом цикла?
12. Как строят диаграмму предельных амплитуд, и какой вид она имеет?

13. Как влияют размеры детали на предел выносливости? Что представляет собой масштабный коэффициент и от чего он зависит?
14. Что называется эффективным коэффициентом концентрации напряжений и коэффициентом чувствительности? Как они связаны друг с другом, и от каких факторов они зависят?
15. Как влияет на предел выносливости чистота поверхности?
16. По какой формуле определяется коэффициент запаса прочности в случае одноосного и двuosного напряженных состояний?
17. Как выбирается основная система метода сил?
18. Как вычисляются коэффициенты и свободные члены канонических уравнений метода сил?
19. Как строится окончательная эпюра изгибающих моментов по методу сил?
20. Как выполняется проверка результатов расчета по методу сил?

#### **Тема «Расчет оболочек по безмоментной теории»**

1. Что представляет собой тонкостенная осесимметричная оболочка?
2. Когда можно производить расчет тонкостенной оболочки по безмоментной теории?
3. Запишите уравнение Лапласа.
4. Какое уравнение в большинстве случаев составляется дополнительно к уравнению Лапласа для определения окружных и меридиональных напряжений в стенке осесимметричной оболочки?
5. Запишите формулы для окружных и меридиональных напряжений в стенке сферического и цилиндрического резервуаров, находящихся под действием внутреннего газового давления.