

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказ ректора  
от «25» мая 2018 г. № 414-1

## Б1.Б.1.23 Сопротивление материалов рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей  
Специализация – Строительство магистральных железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 9

Виды контроля на курсах:

Часов по учебному плану – 324

экзамен 3, зачет 3

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Курс Вид занятий	3		Итого Часов по учебному плану
	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану	
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	18	18	36
– лекции	8	8	16
– практические (семинарские)	6	6	12
– лабораторные	4	4	8
<b>Самостоятельная работа</b>	132	134	266
Зачет	4		4
Экзамен		18	18
<b>Итого</b>	154	170	324

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.09.2016 г. № 1160, и на основании учебного плана по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, специализация «Строительство магистральных железных дорог», утвержденного Учёным советом ИрГУПС от 26.05.2017 г. протокол № 13.

Программу составил:

к.т.н., доцент, доцент кафедры «Физика, механика и приборостроение» С.Л. Алесковский

---

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение».

Протокол от «25» мая 2018 г. № 15.

Зав. кафедрой, к.ф.-м.н., доцент

О. В. Горева

Согласовано

Кафедра «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей»,

протокол от «25» мая 2018 г. № 8

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

Н.М. Быкова

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели освоения дисциплины</b>	
1	Формирование у студентов базовой системы знаний о методах расчета и оценки прочности элементов конструкции для дальнейшего их применения при решении профессиональных задач
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины</b>	
1	Изучение напряжений и деформаций твердого тела при различных видах нагружения, геометрических характеристик поперечных сечений, методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций
2	Приобретение навыков определения напряжений и деформаций твердого тела при различных видах нагружения, проведения простейших расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкции при различных видах нагружения на примере решения типовых задач
3	Приобретение навыков применения методов расчета и оценки прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций при статическом и динамическом нагружении, методов анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при различных видах нагружения на примере решения инженерных задач
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;	
– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;	
– популяризация научных знаний среди обучающихся;	
– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;	
– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;	
– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Б1.Б.1.10 «Математика»
2	Б.1.Б.1.12 «Теоретическая механика»
3	Б1.Б.1.21 «Материаловедение и технология конструкционных материалов»
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.Б.1.24 «Строительная механика»
2	Б1.Б.1.26 «Механика грунтов»
3	Б1.Б.1.29 «Содержание и реконструкция мостов и тоннелей»
4	Б1.Б.1.32 «Железнодорожный путь»
5	Б1.Б.1.33 «Мосты на железных дорогах»
6	Б1.Б.1.34 «Тоннельные пересечения на транспортных магистралях»
7	Б1.Б.1.41 «Строительные конструкции и архитектура транспортных сооружений»
8	Б1.Б.1.ДС.04 «Строительство и реконструкция железных дорог»
9	Б1.В.03 «Земляное полотно железных дорог»
10	Б1.В.04 «Путевые машины и организация ремонтов пути»
11	Б1.В.05 «Инженерные системы зданий и сооружений»

<b>3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
ОПК-7: способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел	
Минимальный уровень освоения компетенции	

Знать	виды простых нагружений, напряжения и деформации твердого тела при простом нагружении, геометрические характеристики простых поперечных сечений
Уметь	определять напряжения, деформации и геометрические характеристики при простом нагружении
Владеть	методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость при простом нагружении
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	виды нагружения, напряжения и деформации твердого тела при простом и сложном нагружениях
Уметь	определять напряжения и деформации при простом и сложном нагружениях твердого тела, геометрические характеристики составных поперечных сечений
Владеть	методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость в условиях статического и динамического нагружения и анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкции при решении типовых задач
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	виды нагружения, напряжения и деформации твердого тела при простом и сложном нагружениях, методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость, методы анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкции
Уметь	обобщать, анализировать материал, изучаемый в процессе освоения дисциплины, используя знания, полученные в предшествующих дисциплинах, применяя его в дальнейшем обучении при решении типовых и инженерных задач.
Владеть	навыками постановки инженерных задач и этапов их решения на основе методов оценки прочности и надежности и анализа напряженного и деформированного состояния.

#### В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

<b>Знать</b>	
1	Виды нагружений твердого тела, напряжения и деформации твердого тела при различных видах нагружения.
2	Геометрические характеристики поперечных сечений.
3	Методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций.
<b>Уметь</b>	
1	Определять напряжения и деформации твердого тела при различных видах нагружения.
2	Проводить простейшие расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкции при различных видах нагружения.
<b>Владеть</b>	
1	Методами расчета и оценки прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций при статическом и динамическом нагружении.
2	Методами анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при различных видах нагружения.

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Компетенции	Учебная литература
1.1	<b>Раздел 1. Основы сопротивления материалов</b> Основные понятия. Растяжение-сжатие стержня. /Лек./	3	2	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1
1.2	Проработка лекционного материала: Основные понятия. Растяжение-сжатие стержня. /Ср./	3	20	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1
1.3	Растяжение-сжатие статически определимых систем. Расчет на прочность. /Пр./	3	2	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
1.4	Подготовка к практическому занятию «Растяжение-сжатие статически определимых систем. Расчет на прочность». /Ср./	3	8	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
1.5	Испытание материалов при осевом растяжении. /Лаб./	3	2	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
1.6	Подготовка к лабораторному занятию «Испытание материалов при осевом растяжении». /Ср./	3	6	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
1.7	Контрольная работа по материалам раздела 1. /Ср./	3	4	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
2.1	Геометрические характеристики сечений. /Лек./	3	2	ОПК-7	Л1.1, Л1.2,

					Л1.3, Л2.1, Л3.1
2.2	Проработка лекционного материала: Геометрические характеристики сечений. /Ср./	3	20	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1
2.3	Расчет геометрических характеристик плоских сечений. /Пр./	3	2	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
2.4	Подготовка к практическому занятию «Расчет геометрических характеристик плоских сечений». /Ср./	3	12	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
2.5	Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона. /Лаб./	3	2	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
2.6	Подготовка к лабораторному занятию «Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона». /Ср./	3	6	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
3.1	Напряженное состояние в точке тела. Теории прочности. /Лек./	3	2	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1
3.2	Проработка лекционного материала: Напряженное состояние в точке тела. Теории прочности. /Ср./	3	20	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1
3.3	Расчет напряжений и деформаций при сложном напряженном состоянии. /Пр./	3	2	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
3.4	Подготовка к практическому занятию «Расчет напряжений и деформаций при сложном напряженном состоянии». /Ср./	3	12	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
3.5	Определение главных напряжений. /Лаб./	3	2	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
3.6	Подготовка к лабораторному занятию «Определение главных напряжений». /Ср./	3	6	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
4.1	<b>Раздел 2. Простые виды деформаций</b> Сдвиг и кручение. /Лек./	3	2	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1
4.2	Проработка лекционного материала: Сдвиг и кручение. /Ср./	3	20	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1
4.3	Расчет на прочность при срезе соединений деталей. /Пр./	3	2	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
4.4	Подготовка к практическому занятию «Расчет на прочность при срезе соединений деталей». /Ср./	3	12	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
4.5	Определение модуля сдвига. /Лаб./	3	2	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
4.6	Подготовка к лабораторному занятию «Определение модуля сдвига». /Ср./	3	6	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
4.7	Форма промежуточной аттестации – зачет. /Ср./	3	4	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1, 6.1.4.1
5.1	Изгиб. /Лек./	3	2	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1
5.2	Проработка лекционного материала: Изгиб. /Ср./	3	20	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л3.1
5.3	Расчет балок при изгибе. /Пр./	3	2	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
5.4	Подготовка к практическому занятию «Расчет балок при изгибе». /Ср./	3	6	ОПК-7	Л3.4, Л3.5, Л3.6, Л3.7
5.5	Опытная проверка напряженного состояния при плоском чистом изгибе. /Лаб./	3	2	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
5.6	Подготовка к лабораторному занятию «Опытная проверка напряженного состояния при плоском чистом изгибе». /Ср./	3	3	ОПК-7	Л3.2, Л3.3
5.7	Контрольная работа по материалам раздела 2. /Ср./	3	4	ОПК-7	Л3.4, Л3.5,

					ЛЗ.6, ЛЗ.7
6.1	<b>Раздел 3. Определение перемещений при изгибе</b> Определение перемещений энергетическими методами. /Лек./	3	2	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, ЛЗ.1
6.2	Проработка лекционного материала: Определение перемещений энергетическими методами. /Ср./	3	20	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, ЛЗ.1
6.3	Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора, методом Верещагина. /Пр./	3	2	ОПК-7	ЛЗ.4, ЛЗ.5, ЛЗ.6, ЛЗ.7
6.4	Подготовка к практическому занятию «Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора, методом Верещагина». /Ср./	3	10	ОПК-7	ЛЗ.4, ЛЗ.5, ЛЗ.6, ЛЗ.7
6.5	Экспериментальное определение перемещений при изгибе. /Лаб./	3	2	ОПК-7	ЛЗ.2, ЛЗ.3
6.6	Подготовка к лабораторному занятию «Экспериментальное определение перемещений при изгибе». /Ср./	3	3	ОПК-7	ЛЗ.2, ЛЗ.3
7.1	<b>Раздел 4. Сложное сопротивление</b> Сложное сопротивление. /Лек./	3	2	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, ЛЗ.1
7.2	Проработка лекционного материала: Сложное сопротивление. /Ср./	3	20	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, ЛЗ.1
7.3	Расчет на прочность при косом изгибе. /Пр./	3	2	ОПК-7	ЛЗ.4, ЛЗ.5, ЛЗ.6, ЛЗ.7
7.4	Подготовка к практическому занятию «Расчет на прочность при косом изгибе». /Ср./	3	10	ОПК-7	ЛЗ.4, ЛЗ.5, ЛЗ.6, ЛЗ.7
7.5	Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгибе. /Лаб./	3	2	ОПК-7	ЛЗ.2, ЛЗ.3
7.6	Подготовка к лабораторному занятию «Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгибе». /Ср./	3	3	ОПК-7	ЛЗ.2, ЛЗ.3
8.1	<b>Раздел 5. Устойчивость стержней</b> Устойчивость стержней. /Лек./	3	2	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, ЛЗ.1
8.2	Проработка лекционного материала: Устойчивость стержней. /Ср./	3	20	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, ЛЗ.1
8.3	Проверочный и проектировочный расчеты на устойчивость. /Пр./	3	2	ОПК-7	ЛЗ.4, ЛЗ.5, ЛЗ.6, ЛЗ.7
8.4	Подготовка к практическому занятию «Проверочный и проектировочный расчеты на устойчивость». /Ср./	3	6	ОПК-7	ЛЗ.4, ЛЗ.5, ЛЗ.6, ЛЗ.7
8.5	Испытание продольно сжатого стержня на устойчивость. /Лаб./	3	2	ОПК-7	ЛЗ.2, ЛЗ.3
8.6	Подготовка к лабораторному занятию «Испытание продольно сжатого стержня на устойчивость». /Ср./	3	3	ОПК-7	ЛЗ.2, ЛЗ.3
8.7	Контрольная работа по материалам раздела 5. /Ср./	3	4	ОПК-7	ЛЗ.4, ЛЗ.5, ЛЗ.6, ЛЗ.7
8.8	Форма промежуточной аттестации – экзамен.	3	18	ОПК-7	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, ЛЗ.1, 6.1.4.1

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

<b>6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>				
<b>ДИСЦИПЛИНЫ</b>				
<b>6.1 Учебная литература</b>				
<b>6.1.1 Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Лукьянов А.М.	Сопротивление материалов: учебник	М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж/д транспорте», 2008	157
Л1.2	Михайлов А.М.	Сопротивление материалов: учебник	М.: Академия, 2009	150
Л1.3	Гумерова Х. С., Котляр В. М., Петухов Н. П., Сидорин С. Г.	Прикладная механика: учебное пособие / [Электронный ресурс] <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=428011&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=428011&amp;sr=1</a>	Казань: Издательство КНИТУ, 2014	100% онлайн
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Ковалев Н.А.	Прикладная механика: учеб. для вузов.	М.: Высш. шк., 1982. – 400 с	34
Л2.2	Александров А.В.	Сопротивление материалов	М.: Высшая школа, 1995	81
Л2.3	Пимштейн П.Г.	Прикладная механика: десять лекций по прикладной механике: учебное пособие	Иркутск: ИрГУПС, 2011	88
<b>6.1.3 Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Стародубцева Т.Н.	Сопротивление материалов: учебное пособие / Т.Н. Стародубцева. - Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2013. - 220 с.; [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=143146&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=143146&amp;sr=1</a>	Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2013	100% онлайн
Л3.2	Коротаев Б.В.	Учебное пособие по выполнению лабораторных работ по сопротивлению материалов на универсальном учебном комплексе СМ.	Иркутск: ИрГУПС, 2009	120
Л3.3	Дудаев М. А., Логунов А. С.	Сопротивление материалов: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ – 79 с.	Иркутск: ИрГУПС, 2019	50
Л3.4	Дудаев М. А., Алесковский С.Л.	Сопротивление материалов: задачник – Ч. 1. – 116 с.	Иркутск: ИрГУПС, 2017	120
Л3.5	Дудаев М. А., Алесковский С.Л.	Сопротивление материалов: задачник – Ч. 2. – 116 с.	Иркутск: ИрГУПС, 2017	120
Л3.6	Дудаев М. А., Алесковский С.Л.	Сопротивление материалов: задачник – 56 с.	Иркутск: ИрГУПС, 2017	50
Л3.7	Горшков, А.Г., Тарлаковский, Д.В.	Сборник задач по сопротивлению материалов с теорией и примерами : учебное пособие [Электронный ресурс] <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=79">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=79</a>	М.: Физматлит, 2011	100% онлайн

<a href="#">828&amp;sr=1</a>				
<b>6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.4.1	Межецкий Г. Д., Загребин Г. Г., Решетник Н. Н.	Сопrotивление материалов: учебник / [Электронный ресурс] <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=453911&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=453911&amp;sr=1</a>	М.: Дашков и Ко, 2013	100% онлайн
6.1.4.2	Иосилевич Г.Б., Лебедев П.А., Стреляев В.С.	Прикладная механика	М.: Машиностроение, 1985	51
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э.1	<a href="http://www.prikladmeh.ru/">http://www.prikladmeh.ru/</a> Электронный учебный курс по прикладной механике для студентов			
Э.2	<a href="http://mysopromat.ru">http://mysopromat.ru</a> Сайт по сопроtивлению материалов для студентов			
Э.3	<a href="http://www.soprotmat.ru">http://www.soprotmat.ru</a> Электронный учебный курс по сопроtивлению материалов для студентов			
Э.4	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> Научная электронная библиотека elibrary.ru			
Э.5	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a> Электронно-библиотечная система «Издательство «ЛАНЬ»			
Э.6	<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> ЭБС "Университетская библиотека онлайн"			
<b>6.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине</b>				
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a> ; Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a> ; Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License			
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>				
	Не предусмотрен			
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.3.1	Справочно-правовая система Консультант + (Студенческая версия) – Онлайн-версия КонсультантПлюс: <a href="https://student2.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=home;rnd=0.8160556428138959">https://student2.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=home;rnd=0.8160556428138959</a>			
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>				
Не предусмотрены				

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521
3	Лаборатория ауд. В-220. Оснащение лаборатории: – комплекс универсальный учебный СМ-1; – разрывная машина Ми-40 кН в комплекте с ПЭВМ; – установки для испытания на изгиб консольной балки и ломанного бруса; – твердомер для измерения твердости по Бринеллю (ТБ 5400); – твердомер для измерения твердости по Виккерсу; – прибор для определения твердости ТШП-4



4	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.</p> <p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– читальные залы;</li> <li>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507</li> </ul>
---	---

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебного занятия	Организация деятельности обучающегося
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Тщательно записывать обобщения, пометить 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, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание основным понятиям, правилам и определениям, вводимым на лекциях</p>
Практическое занятие	<p>Перед практическим занятием изучить материал лекции по данной теме. На практическом занятии внимательно изучать алгоритм и последовательность решения рассматриваемых задач. Использование справочной информации. При повторении обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. При необходимости выяснять с преподавателем неясные моменты, уточнять технику применения формул и правил, применяемых при решении задач. После практического занятия выполнить все домашние задания, при возникновении затруднений изучить рекомендованную литературу, если проблемы не решаются – обратиться к преподавателю за консультацией</p>
Лабораторная работа	<p>Перед лабораторной работой изучить материал лекции по данной теме. При проведении лабораторной работы активно участвовать в проведении экспериментальных исследований, внимательно изучить методику обработки результатов проведенных опытов. Желательно во время лабораторной работы провести основные расчетные работы, уяснить, какие основные выводы следуют из выполненной лабораторной работы. После лабораторной работы тщательно оформить отчетный материал согласно прилагаемому указанию и подготовиться к защите</p>
Контрольная работа	<p>Изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной задачи; проведение практических расчетов по заданной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению контрольной работы (Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции)</p>
Самостоятельная работа	<p>При проработке лекционного материала необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе; проверить термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p>
<p>Комплекс учебно-методический материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет</p>	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б1.Б.1.23 Сопротивление материалов**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине  
Б1.Б.1.23 Сопротивление материалов**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Сопrotивление материалов» участвует в формировании компетенций:

**ОПК-7:** способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенции ОПК-7**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины (модуля)/практики	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ОПК-7	способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, напряжений и деформациях твердых и жидких тел	Раздел 1. Основы сопротивления материалов. Раздел 2. Простые виды нагружения. Центральное растяжение-сжатие. Кручение и сдвиг. Прямой поперечный изгиб. Раздел 3. Статически неопределимые системы. Раздел 4. Сложное сопротивление и динамическое действие нагрузок.	Минимальный уровень	Знать: виды простых нагружений, напряжения и деформации твердого тела при простом нагружении, геометрические характеристики простых поперечных сечений
				Уметь: определять напряжения, деформации и геометрические характеристики при простом нагружении
				Владеть: методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость при простом нагружении
			Базовый уровень	Знать: виды нагружения, напряжения и деформации твердого тела при простом и сложном нагружениях
				Уметь: определять напряжения и деформации при простом и сложном нагружениях твердого тела, геометрические характеристики составных поперечных сечений
				Владеть: методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость в условиях статического и динамического нагружения и анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкции при решении типовых задач
			Высокий уровень	Знать: виды нагружения, напряжения и деформации твердого тела при простом и сложном нагружениях, методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость, методы анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкции
				Уметь: обобщать, анализировать материал, изучаемый в процессе освоения дисциплины, используя знания, полученные в предшествующих дисциплинах, применяя его в дальнейшем обучении при решении типовых и инженерных задач
				Владеть: навыками постановки инженерных задач и этапов их решения на основе методов оценки прочности и надежности и анализа напряженного и деформированного состояния

### при освоении образовательной программы

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин/ практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ОПК-7	способность применять мето-	Б1.Б.1.23 Сопrotивление материалов	3,4	1
		Б1.В.ДВ.03.02 Динамика транспортных сооружений	4	1

ды расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел	Б1.Б.1.27 Гидравлика и гидрология	4,5	1,2
	Б1.Б.1.32 Железнодорожный путь	5	2
	Б1.Б.1.40 Основания и фундаменты транспортных сооружений	5	2
	Б1.Б.1.41 Строительные конструкции и архитектура транспортных сооружений	5	2
	Б1.Б.1.24 Строительная механика	5,6	2,3
	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	А	4

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ОПК-7  
планируемым результатам обучения**

**Программа контрольно-оценочных мероприятий  
за период изучения дисциплины Б1.Б.1.23 «Сопротивление материалов»**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)		Наименование оценочного средства (форма проведения)
<b>3 курс</b>					
1	8, 9	Текущий контроль	Раздел 1. Основы сопротивления материалов.	ОПК-7	Собеседование (устно) Защита лабораторных работ (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
2	8, 9	Текущий контроль	Раздел 2. Простые виды деформаций.	ОПК-7	Собеседование (устно) Защита лабораторных работ (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
3	9	Форма промежуточной аттестации – зачет	Разделы 1,2	ОПК-7	Зачет (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
4	8, 9	Текущий контроль	Раздел 3. Определение перемещений при изгибе.	ОПК-7	Собеседование (устно) Защита лабораторных работ (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
5	8, 9	Текущий контроль	Раздел 4. Сложное сопротивление.	ОПК-7	Собеседование (устно) Защита лабораторных работ (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
6	17, 18	Текущий контроль	Раздел 5. Устойчивость стержней.	ОПК-7	Собеседование (устно) Защита лабораторных работ (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
10	18	Форма промежуточной аттестации – экзамен	Все темы.	ОПК-7	Экзамен (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)

**2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций  
на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация

обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания заносятся преподавателем в журнал и учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырех балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств сформированности компетенций представлен в нижеследующей таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся.	Вопросы по разделам дисциплины
2	Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Рекомендуется для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.	Фонд тестовых заданий по разделам дисциплины (не менее 30 вопросов по разделам дисциплины)
4	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Используется для оценки умений, навыков и опыта деятельности обучающихся.	Темы лабораторных работ и требования к их защите
<b>Промежуточная аттестация</b>			
5	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по дисциплине. Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений навыками обучающихся	Комплект теоретических вопросов и практических заданий к зачету по разделам
6	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по дисциплине. Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений навыками обучающихся	Комплект теоретических вопросов и практических заданий к экзамену по разделам

Компьютерное тестирование обучающихся используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена (в 3 семестре), а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
------------------	---------------------	------------------------------

«отлично»		Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	«зачтено»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Контрольная работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

#### Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практиче-

	ские умения и навыки. Отчет по лабораторной работе оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы в отчете
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с лабораторными установками и приборами
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

## Тестирование

### Критерии и шкала оценивания текущего контроля

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### Критерии и шкала оценивания собеседования

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	В ответе обучающегося отражены основные теоретические положения по данному вопросу, описанный материал иллюстрируется практическими примерами. Обучающимся формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленную проблему, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.
«хорошо»		В ответе обучающегося отражены основные теоретические положения по данному вопросу, описанный материал иллюстрируется практическими примерами, обучающимся формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы, однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.
«удовлетворительно»		В ответе обучающегося отражены лишь некоторые теоретические положения по данному вопросу.. Обучающийся испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У обучающегося отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Ответ обучающегося не отражает теоретические положения по данному вопросу. Обучающийся не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области. Ответ отражает систему «житейских» представлений обучающегося на заявленную проблему, обучающийся не дает определения базовым понятиям.

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

**Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»	Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

**3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**3.1 Типовые контрольные задания контрольных работ и индивидуальных домашних заданий**



Варианты контрольных заданий (30 вариантов по каждой КР) выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

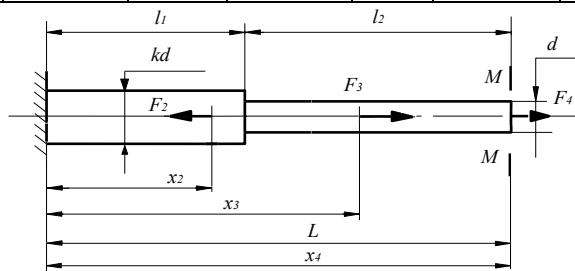
Ниже приведены образцы типовых вариантов контрольных заданий по разделам, предусмотренным рабочей программой.

Образец типового варианта контрольной работы № 1 по разделу 1 «**Расчет на прочность элементов конструкций, испытывающих растяжение-сжатие**»:

Для приведенной ниже схемы нагружения ступенчатого стержня построить эпюру внутренних сил, эпюру нормальных напряжений, выраженных через диаметр  $d$  (определить диаметр  $d$  из расчета на прочность), определить перемещение сечения  $M-M$  относительно заделки стержня. При расчетах принять предел текучести материала  $\sigma_T = 320 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ , запас прочности назначить из диапазона  $n = 1.5 \dots 3$ , модуль упругости материала  $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$ . Вариант задания следует выбирать по двум последним цифрам шифра.

Если в таблице нагрузка указана со знаком "минус", то на расчетной схеме ее направление следует изменить на противоположное.

Вар	$l_1$	$l_2$	$L$	$F_1$	$x_1$	$F_2$	$x_2$	$F_3$	$x_3$	$F_4$	$x_4$	k
	м	м	м	Н	м	Н	м	Н	м	Н	м	
00	0.5	0.5	1	9000	0,2	7000	0.4	5000	0,7	1500	1	1,1
01	0.5	0.5	1	9000	0,25	7000	0.4	5000	0,7	-1500	1	1,1
02	0.5	0.5	1	9000	0,2	7000	0.4	-5000	0,7	1500	1	1,0
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....



Образец типового варианта контрольной работы № 2 по разделу 2 «**Расчет балок на изгиб**»:

Построить эпюры поперечных сил  $Q_y$  и изгибающих моментов  $M_x$  для балок (табл.), определить опасное сечение и подобрать по сортаменту балку двутаврового сечения, принять  $[\sigma] = 300 \text{ МПа}$ ,  $[\tau] = 0,6 [\sigma]$ .

№ вар.	Задание	M, кН·м	P, кН	q, кН/м	a, м	b, м	c, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1		20	30	10	2	2	4
2		10	20	10	2	2	4
....	....	....	....	....	....	....	....

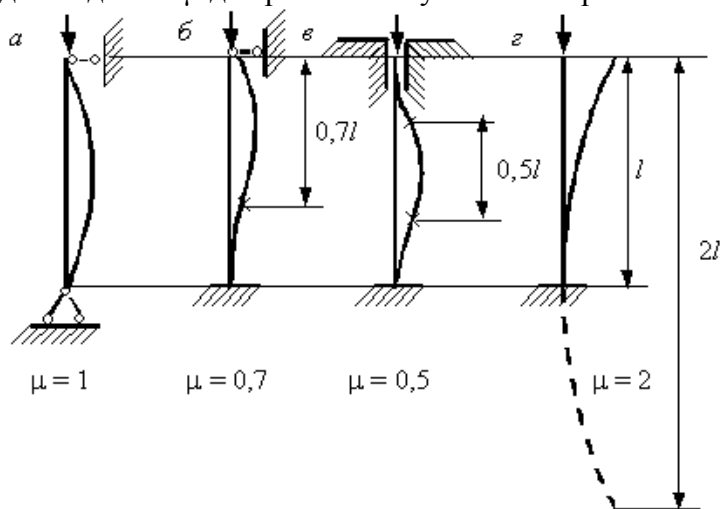
Образец типового варианта контрольной работы № 3 по разделу 5

«**Расчет стержней на устойчивость**»:

Определить критическую силу для сжатого стержня  $F_{кр}$ .

В таблице исходных данных даны длина, вид сечения и закрепления стержня. Для двутавра значения брать из сортамента.

Коэффициент приведения длины  $\mu$  для различных условий закрепления стержня:



Виды закрепления стержней

Номер расчетной схемы	I	II	III	IV
Конструкция опорных закреплений сжатой стойки				

Варианты – по номеру студента в журнале группы.

№ вар.	№ схемы	Вид сечения			Длина стержня $l$	Вид закрепления
		Двутавр, №	Прямоуг., $b \cdot h$ , мм	Круг, $d$ , мм		
1	1	14	-	-	1,4	I
2	2	-	6*12	-	1,8	II
3	3	-	-	12	2,3	III
4	4	18	-	-	2,5	IV
5	1	20	-	-	1,9	I
6	2	-	8*16	-	2,8	II
7	3	-	-	18	3,1	III
...	...	...	...	...	...	...

### 3.2 Типовые контрольные задания для тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине «Сопротивление материалов»

Компетенция	Тема	Содержательный эле-	Характеристика	Количество
-------------	------	---------------------	----------------	------------

	в соответствии с РПД/РПП (с соответствующим номером)	мент	содержательного элемента	тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-7. Способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел	<b>Раздел 1. Основы сопротивления материалов.</b> Основные понятия сопротивления материалов. Основные допущения и гипотезы. Схематизация формы физических объектов. Схематизация внешних нагрузок. Идеализация свойств материала конструкции. Внутренние силы в поперечном сечении бруса. Метод сечений. Понятие о напряжении. Растяжение и сжатие. Геометрические характеристики сечений. Напряженное состояние в точке тела. Теории прочности. Расчет напряжений и деформаций при сложном напряженном состоянии. Определение главных напряжений.	1. Основные понятия и определения дисциплины. Деформация, напряжения, классификация элементов конструкций, метод сечений.	Знание	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		2. Применение метода сечений для решения задач.	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		3. Решение задач на растяжение-сжатие консольных ступенчатых стержней методом сечений.	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		4. Подготовка, проведение и защита лабораторной работы «Испытание материалов при осевом растяжении».	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-7. Способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел	<b>Раздел 2. Простые виды деформаций</b> Чистый сдвиг. Кручение. Гипотезы при кручении. Изгиб. Расчет балок при изгибе.	1. Работа элементов конструкций на сдвиг. Закон Гука при чистом сдвиге. Основные типы прочностных расчетов при сдвиге. Площадь среза и площадь смятия при сдвиге.	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		2. Основные гипотезы при кручении. Угол сдвига и угол поворота сечения при кручении. Напряжения и деформации при кручении.	Знание	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		3. Методы расчета на прочность при сдвиге. Формулы для определения площади среза и площади смятия крепежного элемента при сдвиге.	Умение	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		4. Методы расчета валов круглого поперечного сечения на прочность и жесткость при кручении.	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		5. Решение задач по расчету на прочность при сдвиге.	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ

		6. Решение задач по расчету на прочность и жесткость сплошных и полых валов круглого поперечного сечения при кручении.	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-7. Способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел		1. Основы теории напряженно-деформированного состояния в точке тела. Главные площадки и главные напряжения. Эквивалентные напряжения. Закон парности касательных напряжений. 1-я, 2-я, 3-я и 4-я теории прочности.	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		2. Способы определения главных площадок и главных напряжений в точке тела.	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		3. Решение задач по определению положения главных площадок и величины главных напряжений в точке тела.	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		1. Внутренние силовые факторы при прямом поперечном изгибе. Дифференциальные зависимости между $M_x$ , $Q$ и $q$ . Нормальные и касательные напряжения при прямом поперечном изгибе.	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		2. Методы расчета нормальных и касательных напряжений при изгибе. Способы построения эпюр внутренних силовых факторов при изгибе. Применения правил знаков при изгибе.	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		3. Решение задач по определению изгибающего момента $M_x$ и поперечной силы $Q$ и построение эпюр в консольной и двухопорной балках.	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-7. Способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе	<b>Раздел 3. Определение перемещений при изгибе.</b>	1. Энергетические методы определения перемещений при изгибе балки. Величина прогиба и угла поворота сечения	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ

знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел		балки.		
		2. Применение способа Верещагина для определения прогиба и угла поворота сечения балки.	Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		3. Решение задач по определению прогиба и угла поворота сечения балки для консольных и двухопорных балок способом Верещагина.	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		1. Теоремы Кастилиано, Бетти, интеграл Максвелла-Мора. Фиктивная сила и фиктивный момент в теории.	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		2. Применение теории Максвелла-Мора для определения прогиба и угла поворота сечения балки.	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		3. Решение задач по определению прогиба и угла поворота сечения балки с применением интеграла Максвелла-Мора.	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-7. Способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел	<b>Раздел 4. Сложное сопротивление.</b> Сложное сопротивление. Расчет на прочность при косом изгибе. Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгибе.	1. Косой изгиб. Основные понятия. Напряжения при косом изгибе. Положение нейтральной линии при косом изгибе. Условие прочности при косом изгибе. Определение перемещений при косом изгибе.	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		2. Методы и формулы для расчета напряжений и положения нейтральной линии при косом изгибе.	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		3. Решение задач по определению напряжений и положения нейтральной линии в сечении элемента конструкции при косом изгибе.	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-7. Способность применять методы расчета	<b>Раздел 5. Устойчивость сжатых стержней.</b> Основные понятия. Определе-	1. Основные понятия об устойчивости.	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ

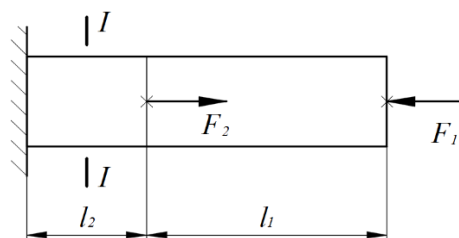
и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел	ние критической силы и критических напряжений. Проверка сжатых стержней на устойчивость.	2. Методика расчета критической силы по формуле Эйлера.	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		3. Расчет критической силы и критических напряжений для сжатых стержней.	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		4. Выполнение расчета сжатых стержней на устойчивость.	Действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
			Итого	105 – ОТЗ 105 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины

1. Установите соответствие между гипотезами и их определениями:
  - а) Гипотеза сплошности;
  - б) Гипотеза однородности и изотропности;
  - в) Гипотеза малости деформаций;
  - г) Гипотеза идеальной упругости.
  - 1) свойства материала тела считаются одинаковыми в разных точках и в различных направлениях;
  - 2) деформации тела полагаются существенно меньшими, чем его первоначальные размеры;
  - 3) при снятии внешних нагрузок полагается, что тело полностью восстанавливает свою первоначальную форму и размеры;
  - 4) материал тела считается непрерывно распределенным по его объему.
  
2. Установить правильную последовательность действий при определении внутренних силовых факторов:
  - а) одна из частей тела отбрасывается;
  - б) равнодействующие раскладываются на оси системы координат;
  - в) по интересующему сечению производится мысленный разрез;
  - г) действие отброшенной части заменяется равнодействующей внутренних сил и моментом;
  - д) для оставшейся отсеченной части составляются условия равновесия, из которых определяются внутренние силовые факторы.
  
3. Продольная сила в сечении I-I равна ( $F_1 = 10$  кН,  $F_2 = 40$  кН; ответ в килоньютонах с учетом знака «+» или «-»):



4. Установите соответствие:

- а) За разрушающее напряжение для пластичного материала с площадкой текучести при растяжении принимается;
- б) За разрушающее напряжение для хрупкого материала при растяжении принимается;
- в) За разрушающее напряжение для пластичного материала без площадки текучести при растяжении принимается;
  - 1) предел прочности;
  - 2) условный предел текучести;
  - 3) физический предел текучести;

5. Установить правильную последовательность действий при проектном расчете стержня с последующей проверкой на прочность и жесткость:

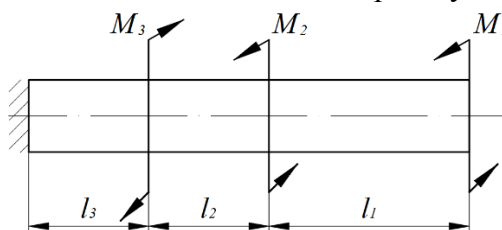
- а) построить эпюру напряжений в стержне;
- б) определить размеры поперечного сечения;
- в) построить эпюру перемещений сечений стержня;
- г) построить эпюру внутренних силовых факторов.

6. Установите соответствие между рассчитываемыми параметрами при сдвиге и расчетными формулами:

- а) Абсолютный сдвиг;
- б) Напряжения в поперечном сечении бруса при сдвиге;
- в) Допускаемое касательное напряжение;
- г) Допускаемое напряжение на смятие;

- 1)  $0,6[\sigma]$ ;
- 2)  $Q_y l / GA$ ;
- 3)  $Q_y / A$ ;
- 4)  $1,3[\sigma]$ ;

7. Абсолютная величина крутящего момента в сечении у заделки равна ( $M_1 = 1 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ,  $M_2 = 2 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ,  $M_3 = 4 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ; ответ в килоньютонах на метр без учета знака):



8. Установить правильную последовательность действий при проектном расчете вала с последующей проверкой на прочность и жесткость:

- а) построить эпюру напряжений в сечениях вала;
- б) определить размеры поперечного сечения;
- в) построить эпюру абсолютных углов закручивания;
- г) построить эпюру крутящего момента.

9. Установите соответствие между рассчитываемыми параметрами при кручении и расчетными формулами:

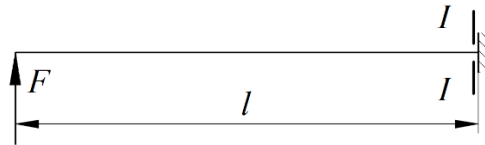
- а) Полярный момент инерции круглого сечения;
- б) Абсолютный угол закручивания;
- в) Относительный (погонный) угол закручивания;
- г) Максимальные напряжения в поперечном сечении бруса;

- 1)  $\frac{Tz l}{G I_p}$ ;
- 2)  $\frac{Tz}{G I_c}$ ;
- 3)  $T_z / W_c$ ;
- 4)  $\frac{p d^4}{32}$ ;

10. Установите соответствие:

- а) Центробежный момент инерции;
- б) Статический момент площади равен нулю;
- в) Осевой момент инерции;
  - 1) равен нулю относительно центральной оси;
  - 2) всегда положительный;
  - 3) равен нулю относительно пары главных осей;

11. Изгибающий момент в сечении I-I равен ( $F = 80$  кН,  $l = 1,5$  м; ответ в килоньютонах на метр с учетом знака):



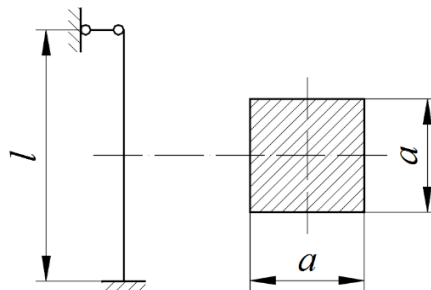
12. Установите соответствие между расчетными зависимостями при поперечном изгибе:

- а)  $\sigma_{\max} =$ ;
- б)  $\sigma(y) =$ ;
- в)  $\tau =$ ;
- г)  $1/\rho =$ 
  - 1)  $M_x y / I_x$ ;
  - 2)  $M_x / E I_x$ ;
  - 3)  $M_x / W_x$ ;
  - 4)  $Q_y S_x / I_x b$

13. Формула Эйлера для критической силы дает достоверный результат:

- а) в зоне пропорциональности материала;
- б) в зоне текучести материала;
- в) в зоне упрочнения материала;
- г) только во всех перечисленных зонах.

14. Максимальная гибкость стержня равна ( $l = 5$  м,  $a = 100$  мм; ответ округлить до ближайшего целого числа):



15. Установите соответствие между гипотезами прочности и расчетными формулами эквивалентного напряжения:



- а) наибольших нормальных напряжений;
- б) наибольших осевых деформаций;
- в) наибольших касательных напряжений;
- г) наибольшей удельной потенциальной энергии формоизменения.

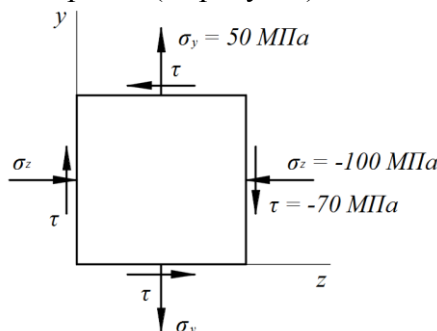
$$1) \sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

$$2) \sigma_{\text{ЭКВ}} = |\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)|$$

$$3) \sigma_{\text{ЭКВ}} = \sigma_1 - \sigma_3$$

$$4) \sigma_{\text{ЭКВ}} = \max(|\sigma_1|; |\sigma_3|)$$

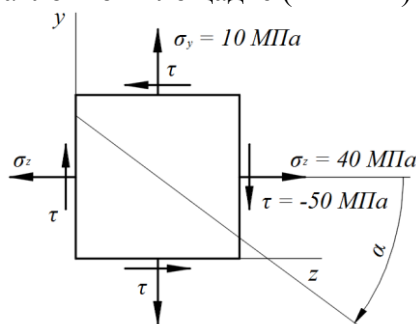
16. Угол наклона главных площадок равен (в градусах):



17. Закон парности касательных напряжений утверждает:

- а) пара касательных напряжений взаимно уничтожает друг друга;
- б) пара касательных напряжений равна нормальному напряжению;
- в) на двух взаимно перпендикулярных площадках касательные напряжения равны по величине и направлены или к общему ребру, или от общего ребра;
- г) на двух взаимно перпендикулярных площадках касательные напряжения стремятся повернуть малый элемент объема в одну сторону.

18. Нормальное напряжение на наклонной площадке ( $\alpha = 15^\circ$ ) равно:



### 3.3 Перечень вопросов для собеседования

#### Раздел 1. Основы сопротивления материалов.

Основные понятия. Растяжение-сжатие стержня.

1. В чем состоит задача расчета на прочность, жесткость и устойчивость?
2. Что представляет расчетная схема сооружения и чем она отличается от действительного сооружения?
3. По каким признакам и как классифицируются нагрузки?
4. Что представляют собой внутренние силы?
5. Какие внутренние усилия могут возникать в поперечных сечениях брусков и какие виды деформаций с ними связаны?

6. В чем сущность метода сечений?
7. Какие основные предпосылки положены в основу науки о сопротивлении материалов?
8. В чем состоит принцип независимости действия сил?
9. В чем заключается гипотеза плоских сечений?

Геометрические характеристики сечений.

1. Что называется статическим моментом сечения относительно оси?
2. Что называется осевым, полярным и центробежными моментами инерции сечения?
3. Какая зависимость существует между статическими моментами относительно двух параллельных осей?
4. Чему равен статический момент относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения?
5. Как определяются координаты центра тяжести простого и сложного сечения?
6. Чему равна сумма осевых моментов инерции сечения относительно двух взаимно перпендикулярных осей?
7. Изменится ли сумма осевых моментов инерции относительно двух взаимно перпендикулярных осей при повороте этих осей?
8. Что представляют собой главные и главные центральные моменты инерции?
9. Какие оси называются главными осями инерции?
10. Чему равен центробежный момент инерции относительно главных осей инерции?

Напряженное состояние в точке тела. Теории прочности.

1. Какое напряженное состояние называется пространственным (трехосным), плоским (двухосным) и линейным (одноосным)?
2. Что представляют собой главные напряжения и главные площадки?
3. Чему равны касательные напряжения на главных площадках?
4. Что представляют собой площадки сдвига и как они наклонены к главным площадкам?
5. Чему равна сумма нормальных напряжений на любых трех взаимно перпендикулярных площадках?

## **Раздел 2. Простые виды деформаций.**

Сдвиг и кручение.

1. Какой случай плоского напряженного состояния называется чистым сдвигом?
2. Что представляют собой площадки чистого сдвига и чем они отличаются от площадок сдвига?
3. Как деформируется под действием касательных напряжений элементарный параллелепипед, боковые грани которого совпадают с площадками чистого сдвига?
4. Что называется абсолютным сдвигом, относительным сдвигом и углом сдвига?
5. Запишите закон Гука при сдвиге.
6. При каком нагружении прямой брус испытывает деформацию кручения?
7. Как вычисляется скручивающий момент, передаваемый шкивом по заданной мощности и числу оборотов в минуту?
8. Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого бруса при кручении и как они направлены?
9. Что называется жесткостью сечения при кручении?
10. Что называется полярным моментом сопротивления, в каких единицах он выражается и чему равен?
11. Как производится расчет скручиваемого бруса на прочность?

Изгиб.

1. Что называется чистым и поперечным изгибом?

2. Какие внутренние усилия возникают в поперечных сечениях бруса?
3. Какие правила знаков приняты для каждого из внутренних усилий?
4. Как вычисляются изгибающий момент и поперечная сила в поперечном сечении бруса?
5. Какая дифференциальная зависимость существует между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки?
6. Какие сечения балки при изгибе считаются опасными?
7. Как вычисляются нормальные напряжения в точках поперечного сечения при изгибе?
8. Как записывается условие прочности балки при изгибе?
9. Каковы особенности расчета на прочность балок из хрупких материалов?
10. Как вычисляются касательные напряжения в поперечном сечении балки при изгибе?
11. Какой вид имеют эпюры касательных напряжений в поперечных сечениях прямоугольной и двутавровой формы?
12. Чем отличается прямой изгиб от косоугольного? При каких условиях возникает прямой изгиб?

### **Раздел 3. Определение перемещений при изгибе.**

Определение перемещений энергетическими методами.

1. Что называется осью жесткости балки?
2. Какова цель двухэтапного нагружения балки при выводе интеграла Мора?
3. К чему сводится задача вычисления интеграла Мора по способу Верещагина?
4. Какие два приема расслоения эпюр вы знаете? В чем они заключаются?
5. Как определяется интеграл Мора для обобщенного перемещения?
6. Когда применимо приближенное уравнение изогнутой оси балки?
7. Как определяются постоянные интегрирования?
8. Что такое центр изгиба (центр жесткости) сечения?
9. Для чего необходимо знать положение центра изгиба в сечении?

### **Раздел 4. Сложное сопротивление.**

1. Какие силовые факторы действуют в поперечном сечении стержня при косом изгибе?
2. По какой формуле определяются нормальные напряжения при косом изгибе стержня?
3. Что такое нулевая линия в поперечном сечении и каким свойством она обладает?
4. В каких точках поперечного сечения возникают максимальные по модулю нормальные напряжения?
5. Как определяются перемещения точек оси стержня при косом изгибе?
6. Чему равен угол между направлением полного перемещения центра тяжести поперечного сечения и нулевой линией при косом изгибе?

### **Раздел 5. Устойчивость стержней.**

1. Что называется термином «критическая сила»?
2. Что называется термином «устойчивость»?
3. Когда применима формула Эйлера для вычисления критической силы?
4. Что называется коэффициентом приведения длины?
5. Что называется гибкостью стержня?
6. Что характеризует критическая сила?
7. Как теоретически определить величину критической силы в общем случае закрепления концов стержня?
8. Как влияют реальные условия нагружения, эксплуатации на величину критической силы?
9. Какой физический смысл имеет коэффициент  $\mu$ ?
10. Относительно какой оси сечения происходит изгиб стержня при потере устойчивости?

## **3.4 Перечень типовых заданий по лабораторным работам**

### **Лабораторная работа № 1.** Испытание материалов при осевом растяжении.

Задание: 1) изучение поведения стального образца при растяжении до разрушения;

2) получение диаграммы растяжения и установление основных механических характеристик прочности и пластичности.

#### *Контрольные вопросы*

1. Какова цель испытания материалов на растяжение?
2. Какую форму имеют образцы для испытания на растяжение металлов? Чем объясняется принимаемая форма образцов?
3. Какие механические характеристики материалов характеризуют его прочность?
4. Какие параметры характеризуют пластические свойства материалов?
5. Чем характеризуются упругие и остаточные деформации?
6. Как по диаграмме растяжения образца определить величину остаточной и упругой деформации в любой момент испытания?
7. Сформулируйте закон Гука. Для какого участка диаграммы справедлив закон Гука?
8. Как определяются предел пропорциональности, предел текучести, временное сопротивление?
9. Что такое условный предел текучести и как его определяют?
10. Какова природа возникновения линий Чернова?
11. На каком участке диаграммы в образце обнаруживается шейка?
12. Что такое фиктивное и действительное напряжения в момент разрыва? Какое из них оказывается большим?
13. Как определяется удельная работа деформации растяжения и что она характеризует?
14. Как определяется по диаграмме растяжения остаточная деформация в момент разрыва?
15. Что такое наклеп и как его можно использовать в технике?
16. Как разрушаются образцы из хрупкого и пластичного металлов? В чем различия между характером разрушения этих материалов?

### **Лабораторная работа № 2.** Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона.

Задание: экспериментальное определение модуля Юнга  $E$  и коэффициента Пуассона  $\mu$ .

#### *Контрольные вопросы*

1. Что называется относительной продольной и относительной поперечной деформациями?
2. Что называется коэффициентом Пуассона?
3. В каких единицах измеряется модуль Юнга?
4. Каков физический смысл модуля Юнга?
5. Какие материалы называются изотропными и анизотропными?
6. В каких пределах изменяется коэффициент Пуассона для изотропных материалов?
7. Что называется абсолютной продольной деформацией?
8. Как определяется относительная продольная деформация?
9. Какова размерность абсолютной и относительной поперечной деформации?
10. Сформулируйте закон Гука и напишите его математическое выражение.
11. Назовите область применимости закона Гука.
12. Как изменяется абсолютная поперечная деформация при растяжении и сжатии стержня?
13. В чем сущность электротензометрического способа измерения деформаций?
14. Как устроен тензорезистор?
15. Почему при измерениях продольных и поперечных деформаций образца при опытной находке коэффициента Пуассона использовались парные тензорезисторы?
16. Можно ли определить модуль упругости по диаграмме напряжений?

### **Лабораторная работа № 3.** Определение главных напряжений.

Задание: 1). Теоретическое и экспериментальное определение главных напряжений при изгибе с кручением.

## 2). Сопоставление результатов эксперимента и теоретических расчетов.

### *Контрольные вопросы*

1. Что понимается под напряженным состоянием в точке твердого тела, если оно нагружено внешними силами?
2. Какие напряжения называются главными?
3. Чем характеризуется и как изображается напряженное состояние в точке?
4. Какие площадки и какие напряжения называют главными?
5. Чем характеризуется деформированное состояние в точке?
6. Сколькими параметрами определяется плоское напряженное состояние точки? Назовите эти параметры?
7. Сформулируйте закон парности касательных напряжений?
8. Какие существуют типы напряженного состояния в точке тела, чем они отличаются?
9. Какое напряженное состояние называется пространственным (трехосным), плоским (двухосным) и линейным (одноосным)?
10. Дайте определение главных площадок и главных напряжений. Получите выражения для определения положения главных площадок и величин главных напряжений.
11. Какие площадки называются главными?
12. Соотношение между главными напряжениями.
13. Каково правило знаков для нормальных и касательных напряжений?
14. Чему равна сумма нормальных напряжений, действующих на любых двух взаимно перпендикулярных площадках?
15. Чему равны касательные напряжения на главных площадках?
16. Как вычислить максимальные касательные напряжения в точке тела при одноосном напряженном состоянии? По каким площадкам они действуют?
17. Как связаны главные напряжения и максимальные касательные напряжения при чистом сдвиге?
18. Как определить значение главных напряжений при плоском напряженном состоянии?
19. Напишите формулы для определения главных напряжений и углов наклона главных площадок.

### **Лабораторная работа № 4.** Определение модуля сдвига.

Задание: Экспериментальное определение модуля при чистом сдвиге.

#### *Контрольные вопросы*

1. Какой случай плоского напряженного состояния называется чистым сдвигом?
2. Напишите закон Гука при сдвиге.
3. Докажите, что объемная деформация при чистом сдвиге равна нулю.
4. Напишите зависимость между модулем упругости  $E$  и модулем сдвига  $G$ .
5. Какой случай напряженного состояния называется чистым сдвигом и каковы его особенности?
6. Опишите деформацию при чистом сдвиге и сформулируйте закон Гука при сдвиге.
7. Что называется модулем упругости при сдвиге и какова его размерность?

### **Лабораторная работа № 5.** Опытная проверка напряженного состояния при плоском чистом изгибе.

Задание: Опытная проверка линейности распределения напряжений при плоском чистом изгибе.

#### *Контрольные вопросы*

1. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях балки при прямом чистом изгибе и прямом поперечном изгибе?
2. Каковы дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки?
3. Какие сечения балки при изгибе считаются опасными?
4. Как вычисляются нормальные напряжения в точках поперечного сечения при изгибе?
5. Как записывается условие прочности балки при изгибе?
6. Каковы особенности расчета на прочность балок из хрупких материалов?

7. Как вычисляются касательные напряжения в поперечном сечении балки при изгибе?
8. Какой вид имеют эпюры касательных напряжений в поперечных сечениях прямоугольной и двутавровой формы?
9. Запишите условие жесткости балки.
10. Чем отличается прямой изгиб от косоугольного? При каких условиях возникает прямой изгиб?
11. Чем отличается чистый изгиб от поперечного?
12. На чем основывается предположение о том, что деформация продольных волокон балки подчиняется закону Гука для одноосного растяжения-сжатия?
13. Как меняются нормальные напряжения по поперечному сечению балки? Как их вычислить по заданному изгибающему моменту?
14. Почему двутавровое сечение выгодно по сравнению с другими сечениями балок, работающих на изгиб?

### **Лабораторная работа № 6.** Экспериментальное определение перемещений при изгибе.

Задание: Экспериментальное определение прогибов и углов поворота сечений балки и их сравнение с теоретическими значениями.

*Контрольные вопросы*

1. Что такое упругая линия?
2. Как связаны прогиб  $v$  и угол поворота  $\theta$  в любом сечении балки?
3. Как приближенно выражается кривизна оси балки?
4. Какой вид имеет основное дифференциальное уравнение изгиба?
5. Как определяются линейные и угловые перемещения балок энергетическим методом?
6. В чем преимущество интеграла Мора по сравнению с теоремой Кастильяно?
7. Какие графоаналитические приемы вычисления интеграла Мора Вы знаете?
8. Какая связь существует между радиусом кривизны  $\rho$ , изгибающим моментом  $M$  и жесткостью балки  $EI$ ?
9. Запишите формулу Мора для определения перемещений при изгибе.
10. Как производится перемножение эпюр по правилу Верещагина?
11. Сформулируйте правило Верещагина.
12. Напишите математическое выражение правила Верещагина и поясните его.
13. Какие величины связываются дифференциальным уравнением упругой линии балки? Как выбирается знак в этом уравнении?
14. Опишите порядок определения перемещения по формуле Максвелла–Мора.

### **Лабораторная работа № 7.** Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгибе.

Задание: 1). Экспериментальное определение перемещений и напряжений при косом изгибе.  
2). Сравнение теоретических и экспериментальных результатов.

*Контрольные вопросы*

1. Что такое косоугольный изгиб?
2. Какие силовые факторы действуют в поперечном сечении стержня при косом изгибе?
3. По какой формуле определяются нормальные напряжения при косом изгибе стержня?
4. Что такое нулевая линия в поперечном сечении и каким свойством она обладает?
5. В каких точках поперечного сечения возникают максимальные по модулю нормальные напряжения?
6. Как определяются перемещения точек оси стержня при косом изгибе?
7. Возникает ли деформация косоугольного изгиба, если осевые моменты инерции поперечных сечений относительно главных центральных осей равны между собой  $J_y = J_z$ ?
8. Чем объясняется расхождение теоретических и экспериментальных результатов при проведении опытов?
9. Чему равен угол между направлением полного перемещения центра тяжести поперечного сечения и нулевой линией при косом изгибе?

10. Что дает использование гипотезы плоских сечений и гипотезы о ненадавливании волокон при выводе формулы нормальных напряжений при изгибе? Поясните модель стержня, отвечающую этим гипотезам.
11. Что такое главные центральные оси сечения и главные плоскости изгиба?
12. Чем различается изгиб в главной и неглавной плоскостях?
13. Какая геометрическая характеристика сечения определяет прочность по нормальным напряжениям при изгибе?
14. Как находится опасная точка в сечении при плоском изгибе, косом изгибе и в общем случае?

**Лабораторная работа № 8.** Испытание продольно сжатого стержня на устойчивость.

Задание: 1). Исследование явления потери устойчивости сжатого стального стержня в упругой стадии.

2). Экспериментальное определение значений критических нагрузок сжатых стержней при различных способах закрепления и сравнение их с теоретическими значениями.

*Контрольные вопросы*

1. Дайте понятие устойчивого упругого равновесия.
2. Дайте понятие неустойчивого упругого равновесия.
3. Какое переходное (граничное) состояние имеет место между устойчивым и неустойчивым упругими состояниями и как оно называется?
4. От чего зависит устойчивость упругой формы равновесия?
5. Какие формы равновесия оси стержня устойчивы и неустойчивы по мере роста сжимающей нагрузки?
6. В чём заключается особая опасность разрушения вследствие потери устойчивости?
7. Дайте определение критической силы.
8. Напишите и поясните формулу Эйлера для вычисления критической силы стержня при шарнирном опирании его концов.
9. Напишите и поясните формулу Эйлера для вычисления критической силы стержня при различных случаях опирания его концов.
10. Напишите и поясните формулу Эйлера для вычисления критических напряжений.
11. Напишите и поясните формулу для вычисления гибкости стержня.
12. Что такое предельная гибкость?
13. Каковы пределы применимости формулы Эйлера для критических напряжений?
14. Напишите и поясните формулы для вычисления критических напряжений за пределом упругости.
15. Напишите и поясните условие устойчивости через критические напряжения.

### **3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету**

(для оценки знаний)

Перечень теоретических вопросов к экзамену по темам выложен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

#### **Раздел 1. Основы сопротивления материалов.**

1. Основные понятия сопротивления материалов. Классификация тел по геометрическим параметрам.
2. Основные гипотезы и принципы сопротивления материалов.
3. Виды и характеристики нагрузок.
4. Понятие о деформации. Упругие деформации. Остаточные деформации. Прочность. Жесткость.
5. Напряженное состояние. Нормальные и касательные напряжения.
6. Основные виды деформаций и их характеристика.
7. Реальный объект и расчетная схема.
8. Внутренние силы. Метод сечения.

9. Напряжения и деформации при растяжении (сжатии). Закон Гука.
10. Напряжения на косых площадках при растяжении.
11. Деформации при растяжении (сжатии). Абсолютное удлинение. Относительное удлинение (укорочение), коэффициент Пуассона.
12. Определение внутренних сил при деформации растяжения. Закон Гука.
13. Определение продольного перемещения стержня при растяжении (сжатии).
14. Основные этапы расчета стержня при растяжении (сжатии).
15. Правила построения эпюр при растяжении (сжатии). Правило знаков. Контроль правильности построения эпюр.
16. Экспериментальное определение механических характеристик при растяжении и сжатии.
17. Основные механические характеристики материалов. Пластичные и хрупкие материалы. Явление наклепа.
18. Анализ диаграммы растяжения. Определение полной работы.
19. Определение коэффициента Пуассона и модуля продольной упругости. Метод электротензометрирования. Диаграмма напряжений.

## **Раздел 2. Простые виды деформаций.**

1. Чистый сдвиг и его особенности. Закон Гука при сдвиге.
  2. Определение модуля сдвига. Угол поворота сечения. Угол сдвига. Полярный момент инерции сплошного и полого вала.
  3. Условие прочности и жесткости при сдвиге.
  4. Расчет элементов конструкций на срез.
  5. Расчет на прочность при сдвиге. Условие прочности.
  6. Какая характеристика является мерой деформации при сдвиге?
  7. Как деформируются и разрушаются при сдвиге пластичные и хрупкие материалы?
  8. В каких деталях машин и элементах конструкций возникает деформация сдвига?
  9. Кручение. Определение напряжений при кручении.
  10. Расчет элементов конструкций при кручении.
  11. В чем состоит условие прочности при кручении?
  12. Как найти диаметр сечения вала, удовлетворяющего условиям прочности?
- 
1. Геометрические характеристики плоских сечений.
  2. Статический момент. Определение центра тяжести плоской фигуры.
  3. Моменты инерции и радиусы инерции плоской фигуры.
  4. Соотношение между осевыми и полярным моментом инерции плоской фигуры.
  5. Определение осевых моментов инерции для прямоугольника. Определение осевых моментов инерции для треугольника.
  6. Главные и центральные оси инерции. Определение угла наклона главных центральных осей.
  7. Формулы перехода для моментов инерции при параллельном переносе осей.
  8. Формулы перехода для моментов инерции при повороте координатных осей.
  9. В какой последовательности определяется положение главных центральных осей для составных сечений?
  10. Напишите зависимости между моментами инерции относительно параллельных осей.
  11. Напряженное состояние в точке тела.
  12. Виды напряженного состояния. Тензор напряжений.
  13. Понятие эквивалентного напряжения при сложном напряженном состоянии.
  14. Определение величины главных напряжений.
  15. Определение положения главных площадок.
  16. Гипотезы прочности.
  17. Как вычислить максимальные касательные напряжения в точке тела при одноосном напряженном состоянии? По каким площадкам они действуют?
  18. Как вычислить максимальные нормальные и касательные напряжения при плоском и объемном напряженных состояниях?



19. Как связаны главные напряжения и максимальные касательные напряжения при чистом сдвиге?
20. Напишите формулы для определения главных напряжений и углов наклона главных площадок.
21. Докажите свойство парности (взаимности) касательных напряжений и получите выражения для нормального и касательного напряжения в наклонной площадке?
22. Что понимается под обобщенным законом Гука? Как он записывается аналитически?
23. Изгиб. Чистый изгиб. Поперечный изгиб. Нейтральный слой.
24. Внутренние силовые факторы при изгибе. Определение их величин. Эпюры.
25. Возникновение изгибающего момента и поперечной силы при изгибе.
26. Определение внутренних сил при изгибе методом сечения.
27. Правила построения эпюр при изгибе. Правило знаков. Контроль правильности построения эпюр.
28. Нормальные напряжения при изгибе.
29. Расчет на прочность при изгибе.
30. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях балки при прямом чистом изгибе и прямом поперечном изгибе?
31. Напишите дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.
32. Как вычисляются нормальные напряжения в точках поперечного сечения при изгибе?
33. Как записывается условие прочности балки при изгибе?
34. Как вычисляются касательные напряжения в поперечном сечении балки при изгибе?
35. В каких точках на своих эпюрах перерезывающая сила и изгибающий момент претерпевают скачки? Какова величина каждого такого скачка?
36. Как меняются нормальные напряжения по поперечному сечению балки? Как их вычислить по заданному изгибающему моменту?
37. Как вычисляются нормальные напряжения в точках поперечного сечения при изгибе?
38. Как записывается условие прочности балки при изгибе?
39. Как вычисляются касательные напряжения в поперечном сечении балки при изгибе?
40. Какой вид имеют эпюры касательных напряжений в поперечных сечениях прямоугольной и двутавровой формы?
41. Деформации балки при прямом изгибе. Что такое упругая линия балки?
42. Дифференциальное уравнение упругой линии балки при изгибе.
43. Определения перемещений при изгибе методом Максвелла–Мора.
44. Какая связь существует между радиусом кривизны  $\rho$ , изгибающим моментом  $M$  и жесткостью балки  $EI$ ?
45. Запишите формулу Мора для определения перемещений при изгибе.
46. Как производится перемножение эпюр по правилу Верещагина?
47. Сформулируйте правило Верещагина.
48. Напишите математическое выражение правила Верещагина и поясните его.
49. Какие величины связываются дифференциальным уравнением упругой линии балки? Как выбирается знак в этом уравнении?
50. Какова цель двухэтапного нагружения балки при выводе интеграла Мора?
51. К чему сводится задача вычисления интеграла Мора по способу Верещагина?
52. Опишите порядок определения перемещения по формуле Максвелла–Мора.
53. Как выбирается единичное нагружение по формуле Максвелла–Мора?
54. Как определяется истинное направление перемещения по формуле Максвелла–Мора?
55. Порядок определения перемещений методом начальных параметров.

### 3.6 Перечень теоретических вопросов к экзамену (для оценки знаний)

### Раздел 3. Определение перемещений при изгибе.

1. Что называется осью жесткости балки?
2. Какова цель двухэтапного нагружения балки при выводе интеграла Мора?
3. К чему сводится задача вычисления интеграла Мора по способу Верещагина?
4. Какие два приема расслоения эпюр вы знаете? В чем они заключаются?
5. Как определяется интеграл Мора для обобщенного перемещения?
6. Когда применимо приближённое уравнение изогнутой оси балки?
7. Как определяются постоянные интегрирования?
8. Что такое центр изгиба (центр жесткости) сечения?
9. Для чего необходимо знать положение центра изгиба в сечении?

### Раздел 4. Сложное сопротивление.

1. Основные понятия.
2. Потенциальная энергия деформации бруса в общем случае нагружения.
3. Какой принцип используется для вычислений напряжений при сложном сопротивлении?
4. Что такое кривой изгиб?
5. Какие силовые факторы действуют в поперечном сечении стержня при кривой изгибе?
6. По какой формуле определяются нормальные напряжения при кривой изгибе стержня?
7. Как определяются перемещения точек оси стержня при кривой изгибе?
8. Чему равен угол между направлением полного перемещения центра тяжести поперечного сечения и нулевой линией при кривой изгибе?

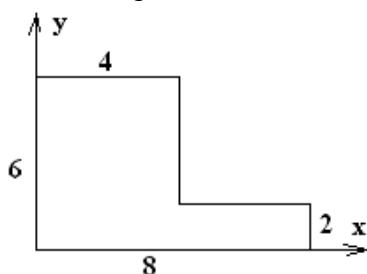
### Раздел 5. Устойчивость сжатых стержней.

1. Понятие устойчивой и неустойчивой систем. Критическая сила потери устойчивости.
2. Критическая сила потери устойчивости по формуле Эйлера.
3. Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня.
4. Влияние закрепления стержня на критическую силу потери устойчивости.
5. Что характеризует критическая сила?
6. Как теоретически определить величину критической силы в общем случае закрепления концов стержня?
7. Как влияют реальные условия нагружения, эксплуатации на величину критической силы?
8. Какой физический смысл имеет коэффициент  $\mu$ ?
9. Относительно какой оси сечения происходит изгиб стержня при потере устойчивости?
10. Поясните выражение для гибкости стержня.

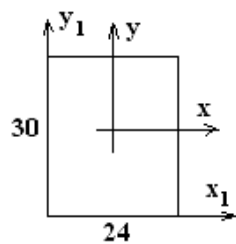
### 3.7 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

(для оценки умений)

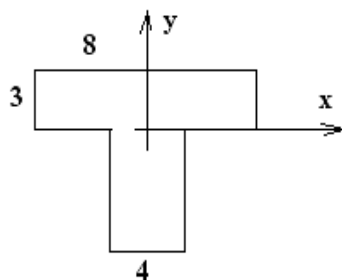
1. Определить центр тяжести сечения. Размеры даны в сантиметрах.



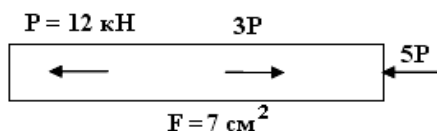
2. Определить осевой момент инерции  $J_{x_1}$ , относительно оси  $x_1$ . Размеры даны в сантиметрах.



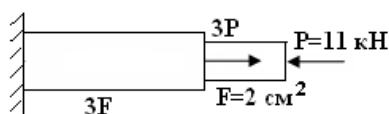
3. Определить осевые моменты инерции  $J_x$ ,  $J_y$ ,  $J_{xy}$ . Размеры даны в сантиметрах.



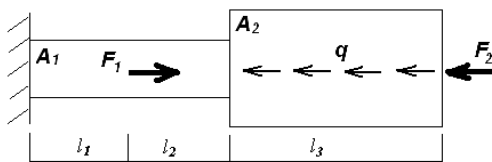
4. Построить эпюры продольных сил  $N$  и напряжений  $\sigma$ .



5. Построить эпюры продольных сил  $N$  и напряжений  $\sigma$ .

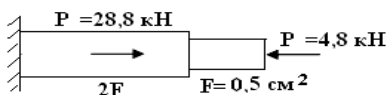


6. Построить эпюры  $N$  и  $\sigma$ .

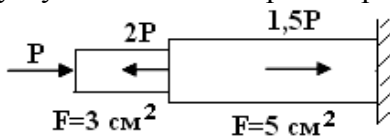


$$F_1 = 38 \text{ кН}, F_2 = 65 \text{ кН}, q = 22 \text{ кН/м}, l_1 = 0,35 \text{ м}, l_2 = 0,4 \text{ м}, l_3 = 0,7 \text{ м}, A_1 = 300 \text{ мм}^2, A_2 = 480 \text{ мм}^2.$$

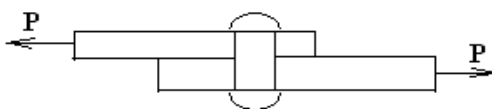
7. Проверить стальной стержень на прочность при  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ .



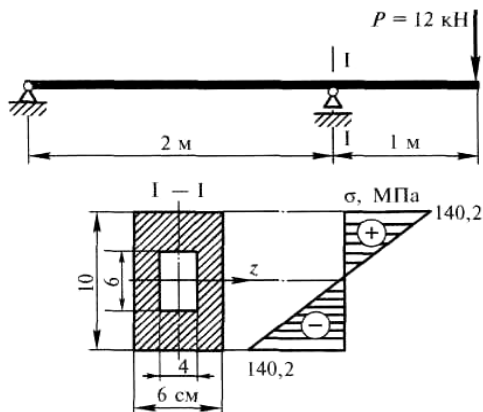
8. Определить допустимую нагрузку стального стержня при  $[\sigma] = 180 \text{ МПа}$ .



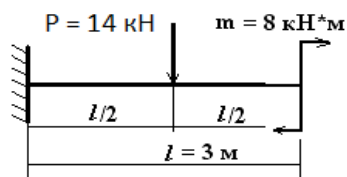
9. Стальной стержень нагружен срезающей силой  $P = 0,59$  МН. Предел прочности при срезе  $\tau_{\text{ср}} = 300$  МПа. Определить необходимый диаметр стержня.



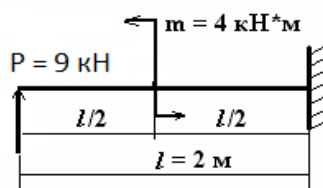
10. Проверить прочность балки, если  $[\sigma] = 150$  МПа.



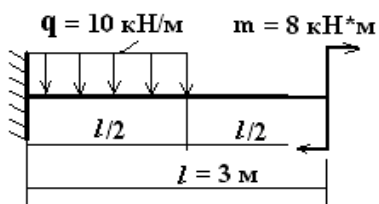
11. Построить эпюры поперечных сил  $Q$  и моментов  $M$ .



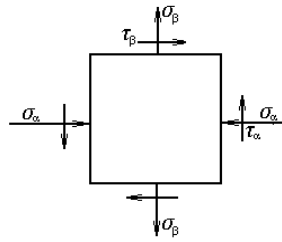
12. Построить эпюры поперечных сил  $Q$  и моментов  $M$ .



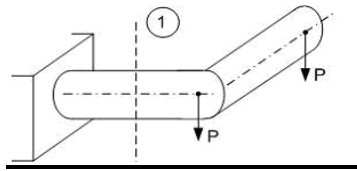
13. Построить эпюры поперечных сил  $Q$  и моментов  $M$ .



14. По заданным  $\sigma_{\alpha} = -40$  МПа,  $\sigma_{\beta} = 20$  МПа и  $\tau_{\alpha} = -30$  МПа определить величину и направление главных напряжений.

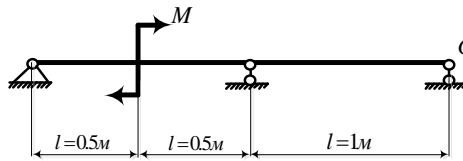


15. Определить напряжения в сечении 1-1

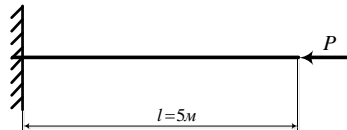


### 3.8 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену (для оценки умений)

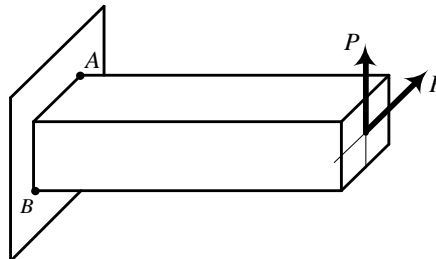
1. Статически неопределимая стальная балка нагружена парой сил с моментом  $M = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$  так, как показано на рисунке. Поперечное сечение балки – двутавр ( $N_I = 20, I_x = 1840 \text{ см}^4$ ). Необходимо провести полный проверочный расчет в опасном сечении.



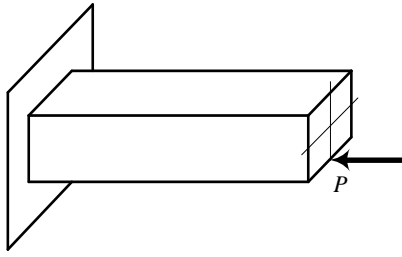
2. Стержень прямоугольного поперечного сечения ( $b = 3 \text{ см}; h = 5 \text{ см}$ ), жестко закрепленный одним концом, сжимается силой  $P$ , приложенной в центре тяжести. Определить допускаемое значение силы  $P$  из условия устойчивости.



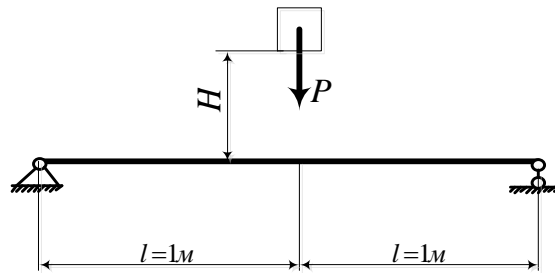
3. Брус, жестко закрепленный одним концом, нагружен силами  $P = 1 \text{ кН}$  так, как показано на рисунке. Размеры поперечного сечения:  $b = 5 \text{ см}; h = 3 \text{ см}$ . Необходимо провести полный проверочный расчет в опасном сечении.



4. Брус, жестко закрепленный одним концом, нагружен силой  $P$  так, как показано на рисунке. Поперечное сечение бруса – квадрат со стороной  $a = 10 \text{ см}$ , допускаемые напряжения на сжатие и растяжение –  $160 \text{ МПа}$ . Определить допускаемое значение силы из условия прочности.

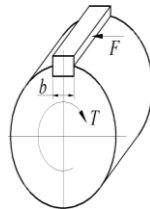


5. На стальную балку круглого поперечного сечения, закрепленную на двух опорах так, как показано на рисунке, по середине пролета с высоты  $H = 50\text{ см}$  падает груз весом  $P = 10\text{ кН}$ . Допускаемое напряжение равно  $160\text{ МПа}$ . Определить диаметр  $d$  из условия прочности.

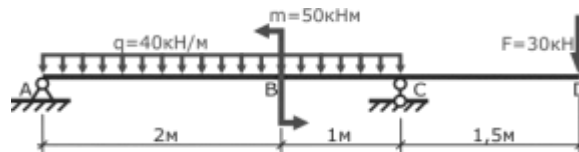


### 3.9 Перечень типовых практических заданий к зачету (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

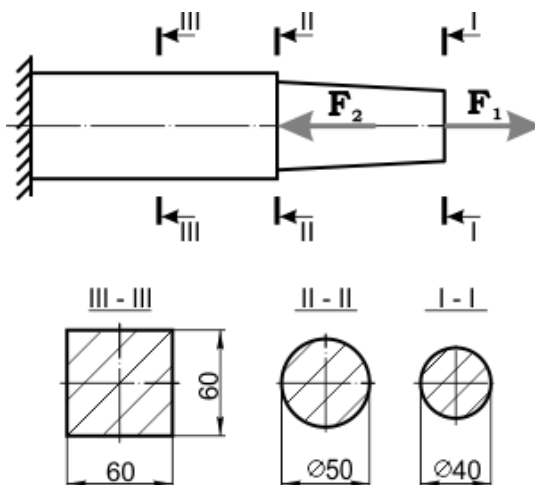
1. Рассчитать длину  $l$  прямоугольной шпонки, соединяющей колесо с валом. Ширина шпонки  $b = 10\text{ мм}$ . Диаметр вала  $d = 50\text{ мм}$ . Момент на валу  $T = 3000\text{ Нм}$ . Материал шпонки – сталь  $45\text{ } \sigma_{0,2} = 420\text{ МПа}$ . Коэффициент запаса прочности  $[n] = 1,2$ .



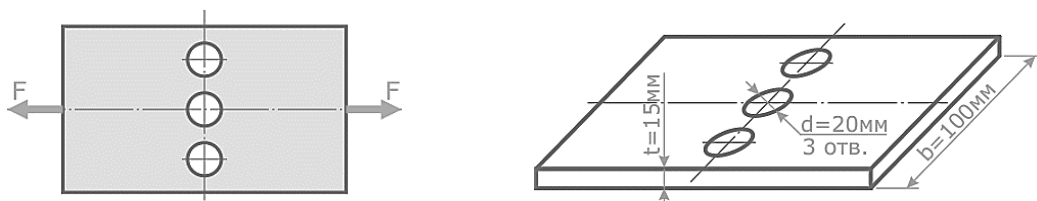
2. Определить реакции в опорах балки.



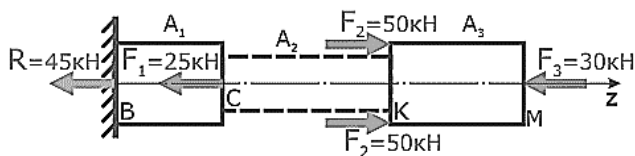
3. Проверить прочность стержня при растяжении-сжатии, центрально нагруженного двумя сосредоточенными силами  $F_1=100$  кН и  $F_2 = 600$  кН. Допускаемые напряжения при растяжении  $[\sigma]_p = 80$  МПа и сжатии  $[\sigma]_c = 150$  МПа.



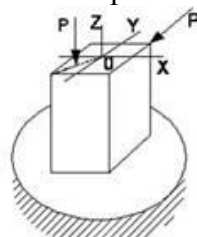
4. Рассчитать величину допустимой растягивающей внешней силы  $[F]$  приложенной к симметричной стальной пластине ослабленной тремя отверстиями. Размеры пластины: ширина  $b=100$  мм, толщина  $t = 15$  мм. Диаметр отверстий  $d = 20$  мм. Принять допустимые напряжения для стали  $[\sigma]=120$  МПа.



5. Рассчитать величину напряжений в стержне заданной формы, нагруженном продольными силами и построить их эпюру. Поперечное сечение стержня – квадрат со сторонами  $a = 22$  мм. Допустимые напряжения  $[\sigma]=160$  МПа.

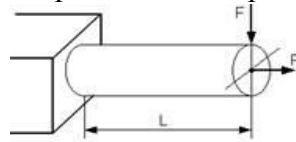


6. Для нагруженного стержня вид сложного сопротивления называется...



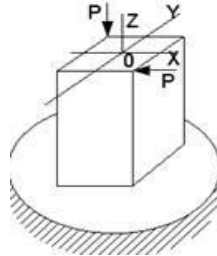
1. Поперечным изгибом;
2. Общим случаем сложного сопротивления;
3. Косым изгибом;
4. Изгибом с кручением.

7. Условие прочности для стержня, изображенного на рисунке, имеет вид...



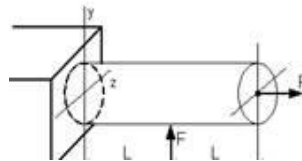
1.  $\frac{F}{A} \leq [\sigma]$ ;    2.  $\frac{FL}{W} \leq [\sigma]$ ;    3.  $\frac{F}{A} - \frac{FL}{W} \leq [\sigma]$ ;    4.  $\frac{F}{A} + \frac{FL}{W} \leq [\sigma]$ .

8. Для нагруженного стержня вид сложного сопротивления называется...



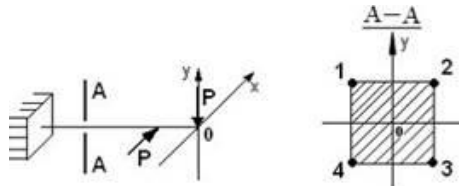
1. Косым изгибом;
2. Изгибом с кручением;
3. Поперечным изгибом;
4. Общим случаем сложного сопротивления.

9. Пусть заданы  $[\sigma]$  - допускаемое напряжение,  $A$  - площадь поперечного сечения и  $W_z$  - осевой момент сопротивления. Тогда из расчета на прочность, при использовании формулы  $\pm \frac{N}{A} + \frac{M_z}{W_z} \leq [\sigma]$  допускаемая нагрузка имеет вид...



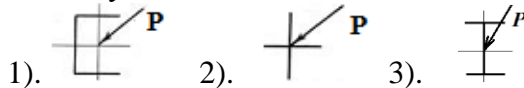
1.  $F \leq A[\sigma]$     2.  $F \leq \frac{[\sigma] \cdot W_z}{L}$ ;    3.  $F \leq \frac{[\sigma]}{\frac{1}{A} - \frac{L}{W_z}}$ ;    4.  $F \leq \frac{[\sigma]}{\frac{1}{A} + \frac{L}{W_z}}$ ;

10. В сечении A-A наиболее опасными являются точки...



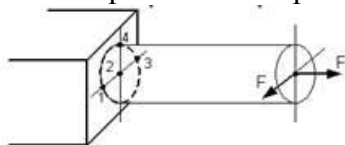
- 1). 1 и 3;    2). 1 и 4;    3). 2 и 3;    4). 2 и 4

11. В какой балке не будет косога изгиба?



- 1).    2).    3).

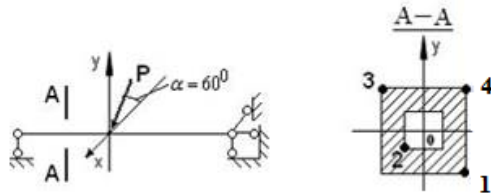
12. Максимальное нормальное напряжение действует...



1. В точке 3;    2. В точке 4;    3. В точке 1;    4. В точке 2

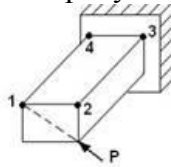
13. В сечении A-A наиболее опасными являются точки...





- 1). 1 и 3;    2). 1 и 2;    3). 2 и 4;    4). 3 и 4

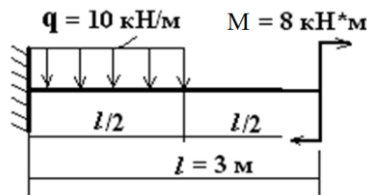
14. На схеме, изображенной на рисунке, наиболее опасной точкой является...



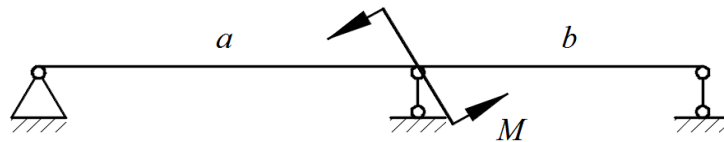
- 1). точка 3;    2). точка 4;    3). точка 1;    4). точка 2

### 3.10 Перечень типовых практических заданий к экзамену (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента. Оценить прочность бруса по нормальным напряжениям. Сечение бруса – двутавр № 16. Допускаемое напряжение  $[\sigma] = 100$  МПа.

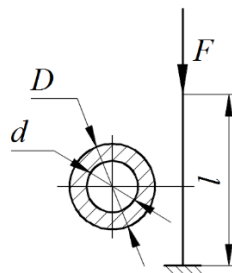


2. Для заданной балки постоянной жесткости раскрыть статическую неопределенность методом сил  $a = 2$  м;  $b = 1,5$  м;  $M = 30$  кН·м.



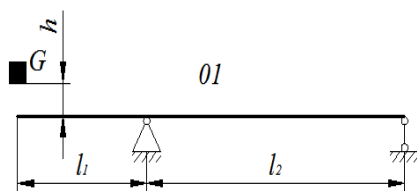
3. Для заданной сжатой стойки по коэффициентам продольного изгиба определить величину безопасно прикладываемой силы F, по формуле Эйлера или Ясинского – величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости.

$l, \text{м}$	$D, \text{см}$	$d, \text{см}$	$E, \text{МПа}$	Материал	$[\sigma], \text{МПа}$
5	20	16	210000	Ст. 3	160



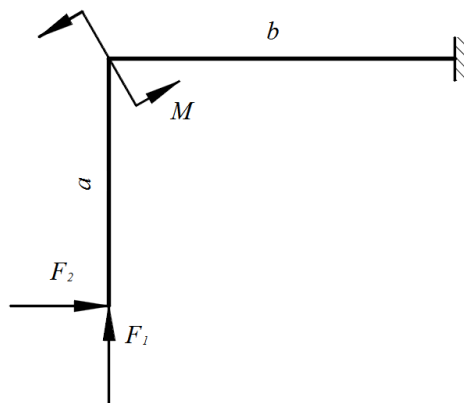
4. Для заданной стальной балки ( $E = 210$  ГПа) определить динамическое напряжение и перемещение в точке падения груза G с высоты h

$l_1, \text{м}$	$l_2, \text{м}$	$h, \text{см}$	$G, \text{кН}$	Сечение
0,6	1,8	7	0,9	Двутавр № 22

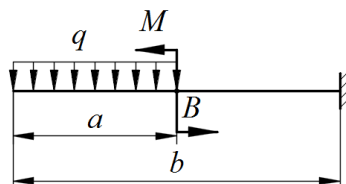


5. Для заданной рамы построить эпюры внутренних силовых факторов.

$F_1, \text{кН}$	$F_2, \text{кН}$	$M, \text{кН} \cdot \text{м}$	$a, \text{м}$	$b, \text{м}$
20	40	15	1,5	2,5

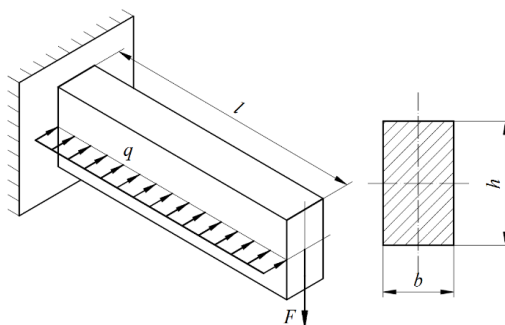


6. Для заданной балки методом Мора-Верещагина определить прогиб и угол поворота сечения в точке  $B$ .  $q = 48 \text{ кН/м}$ ;  $M = 20 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $a = 1 \text{ м}$ ;  $b = 3 \text{ м}$ . Сечение балки – двутавр № 18, материал – ст.3.



7. Для заданной балки построить эпюры изгибающих моментов в двух плоскостях и эпюру нормальных напряжений в опасном сечении

$l, \text{м}$	$b, \text{см}$	$h, \text{см}$	$q, \text{кН/м}$	$F, \text{кН}$
2	10	15	48	30



#### **4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование по изученной теме проводится во время последующего практического занятия. Собеседование проводится только после оформления в тетради результатов практического занятия и выполнения домашнего задания
Защита лабораторной работы	Защита лабораторной работы по изученной теме проводится во время последующей лабораторной работы или во время консультации. Защита лабораторной работы проводится только после проведения необходимых расчетов, написания выводов и оформления в результатов лабораторной работы в виде отчета
Тестирование	На тест отводится 80 минут. Предлагаемое количество заданий – 18 заданий. В тесте используются следующие типы тестовых заданий: задания закрытой формы (с выбором одного правильного ответа); задания открытой формы (с развернутым решением)
Зачет	Промежуточная аттестация в форме зачета проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания. Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к зачету; одно практическое задание для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к зачету)
Экзамен	Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания. Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; одно практическое задание для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену)

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме зачета и экзамена) составляются типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

- перечень теоретических вопросов к зачету и экзамену для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к зачету и экзамену для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к зачету и экзамену для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к зачету и экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

#### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена и оценивания результатов обучения**

Промежуточная аттестация в форме зачета и экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к зачету и экзамену; три практических задания: два из них для

оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к зачету и экзамену); третье практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к зачету и экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

На зачете и экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления.

### Образец билета для зачета

<p>ИрГУПС 20__-20__ уч. год</p>	<p>Билет на зачет № 4 по дисциплине «Соппротивление материалов» 3 курс</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «ФМиП» ИрГУПС _____ С.В.Пахомов</p>
<p>1. Понятие о деформации. Упругие деформации. Остаточные деформации. Прочность. Жесткость. 2. Гипотезы в теории кручения. Напряжения при кручении. 3. Построить эпюры <math>N</math> и <math>\sigma</math>.</p> <p><math>F_1 = 44</math> кН, <math>F_2 = 55</math> кН, <math>q = 19</math> кН/м, <math>l_1 = 0,55</math> м, <math>l_2 = 0,4</math> м, <math>l_3 = 0,3</math> м, <math>A_1 = 510</math> мм<sup>2</sup>, <math>A_2 = 350</math> мм<sup>2</sup>.</p>		

### Образец экзаменационного билета

<p>ИрГУПС 20__-20__ уч. год</p>	<p>Экзаменационный билет № 7 по дисциплине «Соппротивление материалов» 3 курс</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «ФМиП» ИрГУПС _____ С.В.Пахомов</p>
<p>1. Расчет напряжений при косом изгибе. 2. Определение перемещений методом Максвелла-Мора. 3. Определить из расчета на устойчивость диаметр стержня. Требуемый коэффициент запаса устойчивости <math>[n_y] = 4,5</math>.</p>		