

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 15.03.2021 11:43:02
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Естественнонаучный
Кафедра Технологии и общетехнических дисциплин

Утверждено
на заседании кафедры
протокол № 1 от 28.08.2018
Зав. кафедрой

 Широкова С.Ю.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина Сопротивление материалов

Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.05

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)

код

наименование направления или специальности

Программа

Машиностроение и материалобработка

Разработчик (составитель)

к.т.н., доцент

Т.Г. Белобородова

ученая степень, ученое звание, ФИО


подпись

29.08.18
дата

Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).....	3
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы.....	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	3
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) ...	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам).....	7
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	13
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	13
6.2. 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.....	16
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	55
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	57
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	57
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	57
7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	58
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	58
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	60

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа:

1. *готовность к формированию профессиональной компетентности рабочего (специалиста) соответствующего квалификационного уровня (ПК-34).*
2. *готовность к производительному труду (ПК-36).*

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>готовность к формированию профессиональной компетентности рабочего (специалиста) соответствующего квалификационного уровня (ПК-34).</i>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: основные виды напряженно-деформированного состояния тела: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб, сложное сопротивление; методы расчета сжатых стержней на устойчивость.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: строить эпюры внутренних усилий для различных схем нагружения элементов конструкций; правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения.
<i>готовность к производительному труду (ПК-36)</i>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: методы расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-деформированного состояния тела при действии статических нагрузок.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать; работать со справочной и научно-технической литературой.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками работы со справочной и научной литературой.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части. Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

«Математика»:

Знания: элементов линейной алгебры и аналитической геометрии (уравнение прямой линии; уравнение окружности; уравнение параболы), основных понятий векторной алгебры (вектор и модуль вектора, единичный вектор, проекция вектора на оси координат); геометрического смысла производной и определенного интеграла; таблицы основных интегралов.

Умения: решать системы линейных уравнений; осуществлять действия над векторами (сумма и разность векторов, умножение вектора на скаляр, векторное произведение); находить экстремум и точки перегиба; решать простейшие однородные и неоднородные дифференциальные уравнения 1-го и 2-го порядка

Владения: находить производные элементарных функций; решать определенные и неопределенные интегралы

«Физика»:

Знания: кинематических характеристик точки (тела) при равномерном и равнопеременном движениях; кинематических характеристик тела при его поступательном и вращательном движениях;

Умения: решать простейшие задачи с использованием законов Галилея-Ньютона.

Владения: определять работу и мощность.

«Теоретическая механика»:

Знания: законов классической механики; их связи с реальной действительностью и технической практикой; законы движения материальных тел и их взаимодействия; методы анализа кинематических и динамических характеристик типовых механизмов;

Умения: составлять уравнения статического равновесия и определять опорные реакции для типовых конструкций;

Владения: методами преобразования систем сил в эквивалентные системы; навыками использования нормативной, справочной литературы и стандартов;

«Материаловедение»:

Знания: свойств материалов – пластичность, упругость, изотропия, анизотропия, однородность; характеристики пластичности; диаграммы растяжения различных материалов.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной: «Детали машин», «Технологические процессы производства материалов», «Основы проектирования оснастки».

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре очной формы обучения и на 2,3 курсах заочной формы обучения.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных единицы (з.е.), 180 академических часов.

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	65,2	31,2

лекций	24	10
практических	20	4
лабораторных	20	16
контроль самостоятельной работы (КСР)		
формы контактной работы (консультации перед экзаменом, прием экзаменов и зачетов, выполнение курсовых, контрольных работ)	1,2	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	80	141
Учебных часов на контроль:		
экзамен	34,8	7,8

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

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

Очная форма

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СРС
		Лек	Сем/Пр	Лаб	
1	Раздел 1. Введение	4	-	-	6
1.1.	Основные понятия науки о сопротивлении материалов	2			3
1.2.	Внутренние силы. Метод сечений. Напряжения. Деформации и перемещения. Виды напряжений и деформаций стержня	2			3
2.	Раздел 2. Построение эпюр внутренних усилий	4	6		11
2.1.	Построение эпюр продольной силы, крутящего момента	2	2		5
2.2.	Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента	2	4		6
3.	Раздел 3. Геометрические характеристики плоских сечений	2	2		8
4.	Раздел 4. Центральное растяжение (сжатие) прямого бруса	6	2	8	13
4.1.	Напряжения и деформации при центральном растяжении и сжатии	2		2	4
4.2.	Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	2		6	5
4.3.	Расчет на прочность и жесткость	2	2		4
5.	Раздел 5. Сдвиг. Кручение стержней круглого сечения	2	2	4	9
5.1.	Чистый сдвиг	1		2	4
5.2.	Кручение бруса круглого поперечного сечения	1	2	2	5
6.	Раздел 6. Изгиб	4	4	2	13
6.1.	Чистый изгиб	1	-	2	4
6.2.	Плоский поперечный изгиб прямого стержня	1	2		5
6.3.	Линейные и угловые перемещения при изгибе	2	2		4

7.	Раздел 7. Сложное сопротивление	2	2	4	9
7.1	Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие)	1	-	4	4
7.2.	Изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения.	1	2	-	5
8.	Раздел 8. Устойчивость сжатых стержней	-	2	2	11
	Всего по дисциплине	24	20	20	80

Заочная форма

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
		Контактная работа с преподавателем			
		Лек	Пр	Лаб	
1	Раздел 1. Введение	2			17
1.1.	Основные понятия науки о сопротивлении материалов	1			8
1.2.	Внутренние силы. Метод сечений. Напряжения. Деформации и перемещения. Виды напряжений и деформаций стержня	1			9
2.	Раздел 2. Построение эпюр внутренних усилий	4	4		19
2.1.	Построение эпюр продольной силы, крутящего момента	2	2		9
2.2.	Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента	2	2		10
3.	Раздел 3. Геометрические характеристики плоских сечений	-			18
4.	Раздел 4. Центральное растяжение (сжатие) прямого бруса	4		6	19
4.1.	Напряжения и деформации при центральном растяжении и сжатии	2		2	7
4.2.	Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	2		4	5
4.3.	Расчет на прочность и жесткость	-			7
5.	Раздел 5. Сдвиг. Кручение стержней круглого сечения	-		4	19
5.1.	Чистый сдвиг	-		2	9
5.2.	Кручение бруса круглого поперечного сечения	-		2	10
6.	Раздел 6. Изгиб	-		2	18
6.1.	Чистый изгиб	-		2	6
6.2.	Плоский поперечный изгиб прямого стержня	-			6
6.3.	Линейные и угловые перемещения при изгибе	-			6
7.	Раздел 7. Сложное сопротивление	-		4	19
7.1	Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие)	-		4	9
7.2.	Изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения.	-			10
8.	Раздел 8. Устойчивость сжатых стержней	-			12
	Всего по дисциплине	10	4	16	141

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Раздел 1. Введение	
1.1.	Основные понятия науки о сопротивлении материалов	Сопротивление материалов. Прочность, жесткость, устойчивость, расчетная схема. Элементы конструкций: стержень, оболочка, массивное тело. Поперечное сечение, ось. Внешние силы. Сосредоточенная сила, распределенная нагрузка. Равномерно распределенная нагрузка, неравномерно-распределенная нагрузка. Моментная нагрузка.
1.2.	Внутренние силы. Метод сечений. Напряжения. Деформации и перемещения. Виды напряжений и деформаций стержня	Внутренние усилия. Метод сечений. Силовые факторы. Уравнения равновесия. Напряжения. Нормальные и касательные напряжения. Деформации. Линейные деформации, угловые деформации. Виды деформаций: простая и сложная деформация. Понятия о растяжении (сжатии), чистом сдвиге, кручении, чистом изгибе, плоском поперечном изгибе.
2	Раздел 2. Построение эпюр внутренних усилий	
2.1.	Построение эпюр продольной силы, крутящего момента	Эпюра. Эпюра продольной силы. Правило знаков. Порядок построения. Проверка правильности построения эпюры. Эпюра крутящего момента. Правило знаков. Порядок построения. Проверка правильности построения эпюры.
2.2.	Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента	Виды балок. Заделка, шарнирно-подвижная опора, шарнирно-неподвижная опора. Опорные реакции. Построение эпюр поперечной силы (Q_y) и изгибающего момента (M_x). Правила знаков для M_x и Q_y . Дифференциальные зависимости между M , Q , q . Контроль правильности построения эпюр.
3.	Раздел 3. Геометрические характеристики плоских сечений	Статический момент сечения. Определение центра тяжести сечения. Определение центра тяжести сложного составного сечения. Осевые моменты инерции. Центробежный момент инерции, полярный момент инерции. Моменты инерции составных сечений. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе координатных осей, зависимость между моментами инерции при повороте координатных осей. Главные оси, главные моменты инерции. Вычисление моментов инерции сложных составных сечений.
4.	Раздел 4. Центральное растяжение (сжатие) прямого бруса	
4.1.	Напряжения и деформации при центральном растяжении и сжатии	Однородное напряженное состояние. Линейная деформация. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Модуль упругости первого рода (Модуль Юнга), коэффициент Пуассона. Напряжения в наклонных сечениях.
4.2.	Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	Механические свойства материалов при растяжении и сжатии. Испытания материалов на растяжение. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов.
4.3.	Расчет на прочность и жесткость	Допускаемые напряжения. Условие прочности и жесткости. Три типа задач расчета на прочность.
5.	Раздел 5. Сдвиг. Кручение стержней круглого сечения	
5.1.	Чистый сдвиг	Понятие о деформации сдвига. Напряжения при сдвиге. Чистый сдвиг. Закон парности касательных напряжений. Плоское напряженное состояние. Угол сдвига. Закон Гука. Модуль сдвига. Связь между модулями упругости первого и второго рода и коэффициентом Пуассона. Проверка на прочность и допускаемые напряжения.
5.2.	Кручение бруса круглого поперечного сечения	Кручение бруса круглого поперечного сечения. Угол закручивания. Относительный угол закручивания. Определение напряжений. Полярный момент сопротивления. Расчет на прочность и жесткость.

6.	Раздел 6. Изгиб	
6.1.	Чистый изгиб	Чистый изгиб: деформации, нейтральный слой, радиус кривизны, кривизна, распределение линейных деформаций и нормальных напряжений по высоте поперечного сечения стержня. Определение нормальных напряжений. Освой момент сопротивления. Максимальные напряжения при изгибе.
6.2.	Плоский поперечный изгиб прямого стержня	Плоский поперечный изгиб. Нормальные и касательные напряжения. Формула Журавского. Условия прочности по нормальным и касательным напряжениям. Расчет на прочность и жесткость при изгибе. Рациональные формы поперечных сечений.
6.3.	Линейные и угловые перемещения при изгибе	Линейные и угловые перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Метод начальных параметров.
7.	Раздел 7. Сложное сопротивление	
7.1.	Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие)	Сложный и косой изгиб. Принцип независимости действия сил. Напряжения и перемещения. Определение положения нулевой линии и опасных точек сечения. Условия прочности и жесткости. Внецентренное растяжение (сжатие) стержней, свойства нулевой линии при внецентренном растяжении (сжатии). Расчет на прочность.
7.2.	Изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения.	Изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения. Формулировка условий прочности. Расчет валов. Общий случай сложного сопротивления. Расчет по теориям прочности.

Курс практических занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
2	Раздел 2. Построение эпюр внутренних усилий	
2.1.	Построение эпюр продольной силы, крутящего момента	Практическое занятие №1. Решение задач на построение эпюр продольных сил и крутящих моментов.
2.2.	Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента	Практическое занятие №2, №3. Определение опорных реакций. Решение задач на построение эпюр поперечной силы (Q_y) и изгибающего момента (M_x). Контроль правильности построения эпюр.
3.	Раздел 3. Геометрические характеристики плоских сечений	Практическое занятие №4. Определение положения главных центральных осей и значений главных моментов инерции для сложных и составных сечений.
4.	Раздел 4. Центральное растяжение (сжатие)	Практическое занятие №5. Расчет на прочность и жесткость ступенчатого бруса.
5.	Раздел 5. Сдвиг. Кручение стержней круглого сечения.	Практическое занятие №6. Расчет вала на кручение.
6.	Раздел 6. Изгиб	
6.1.	Плоский поперечный изгиб прямого стержня	Практическое занятие №7. Полный расчет балки при изгибе (по нормальным и касательным напряжениям).
6.2.	Линейные и угловые перемещения при изгибе	Практическое занятие №8. Определение перемещений балки методом начальных параметров.
7.	Раздел 7. Сложное сопротивление	
7.2.	Изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения.	Практическое занятие №9. Решение комплексной задачи: Расчет вала на изгиб с кручением.
8.	Раздел 8. Устойчивость сжатых стержней	Практическое занятие №10. Практические расчеты стержней на устойчивость.

Курс лабораторных работ

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
4.	Раздел 4. Центральное растяжение (сжатие) прямого бруса	
4.1.	Напряжения и деформации при центральном растяжении и сжатии	Лаб. работа №1. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона для стали (2ч.).
4.2.	Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	Лаб. работа №2. Растяжение металлического образца с построением диаграммы (2ч.). Лаб. работа №3. Сжатие металлического образца с построением диаграммы (2ч.). Лаб. работа №4. Испытание деревянных образцов на сжатие (2ч.).
5.	Раздел 5. Сдвиг. Кручение стержней круглого сечения	
5.1.	Чистый сдвиг. Кручение бруса круглого поперечного сечения	Лаб. работа №5. Испытание валов на кручение с определением модуля упругости при сдвиге (4ч.).
6.	Раздел 6. Изгиб	
6.1.	Чистый изгиб	Лаб. работа №6. Испытание балки на чистый изгиб (2ч.).
7.	Раздел 7. Сложное сопротивление	
7.1.	Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие).	Лаб. работа №7. Косой изгиб (2ч.). Лаб. работа №8. Внецентренное растяжение стального стержня (2ч.).
8.	Раздел 8. Устойчивость сжатых стержней	
		Лаб. раб. № 9. Исследование явления потери устойчивости при сжатии стержня (2ч.).

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Очная форма.

№ пп	Раздел дисциплины	Вопросы для самостоятельного рассмотрения	Труд оемк ость в часах	Форма контроля
1	2	3	4	5
1	Введение	Критерии оценки прочностной надежности. Основные принципы сопротивления материалов. Гипотезы сопротивления материалов. Принцип Сен-Венана.	6	Проверка знаний во время контрольных срезов.
2	Построение эпюр внутренних усилий	Эпюра продольной силы. Порядок построения. Проверка правильности построения эпюры. Эпюра крутящего момента. Порядок построения. Проверка правильности построения эпюры. Построение эпюр поперечной силы (Q_y) и изгибающего момента (M_x). Дифференциальные зависимости между M , Q , q . Контроль правильности построения эпюр.	11	Проверка знаний во время контрольных срезов. Построение эпюр к задачам № 2, 3, 4, 5 из СКР. Проверка умений во время практических занятий, письменной контрольной работы.
3	Расчет геометрических характеристик плоских сечений	Моменты инерции составных сечений. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе координатных осей, зависимость между моментами инерции при повороте координатных осей. Вычисление моментов инерции сложных составных сечений. Радиус инерции. Эллипс инерции.	8	Проверка знаний во время контрольных срезов. Решение задачи № 1 из СКР. Проверка умений во время практических занятий

4	Центральное растяжение (сжатие) прямого бруса	Дифференциальное уравнение деформаций и его интегрирование. Закон разгрузки (наклеп). Понятие о расчете по допускаемым нагрузкам. Понятие о концентрации напряжений. Учет собственного веса бруса.	13	Решение задачи №2 из СКР. Проверка знаний во время контрольных срезов. Проверка умений во время практических и лабораторных занятий.
5	Сдвиг. Кручение валов круглого поперечного сечения	Закон парности касательных напряжений. Плоское напряженное состояние. Проверка на прочность и допускаемые напряжения. Расчет заклепочных, болтовых и сварных соединений на срез и на смятие. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Анализ напряженного состояния. Характеристика разрушения при кручении.	9	Проверка знаний во время контрольных срезов. Решение задачи №3 из СКР. Проверка умений во время практических и лабораторных занятий.
6	Изгиб	Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Метод начальных параметров. Энергетические методы определения перемещений. Концентрация напряжений при изгибе.	13	Проверка знаний во время контрольных срезов. Решение задачи №4 из СКР. Проверка умений во время практических занятий.
7	Сложное сопротивление	Напряжения и перемещения при косом изгибе. Центр изгиба. Свойство оси центров изгиба. Определение положения нулевой линии и опасных точек сечения. Условие прочности и жесткости. Свойства нулевой линии при внецентренном растяжении (сжатии). Ядро сечения. Построение ядра сечения.	9	Проверка знаний во время контрольных срезов. Решение задачи №5 из СКР. Проверка умений во время практических занятий.
8	Устойчивость сжатых стержней	Продольный изгиб. Критическая сила. Формула Эйлера для определения критической силы. Влияние способов закрепления концов стержня на величину критической силы. Приведенная длина стержня. Предельная гибкость стержня. Критические напряжения. Предел применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Практические расчеты стержней на устойчивость. Определение поперечного сечения стержня методом последовательных приближений.	11	Проверка знаний во время контрольных срезов. Решение задачи №6 из самостоятельной контрольной работы. Проверка умений во время практических занятий.

Заочная форма

№ пп	Раздел дисциплины	Вопросы для самостоятельного рассмотрения	Трудоемкость в часах	Форма контроля
1	2	3	4	5
1	Введение	Критерии оценки прочностной надежности. Основные принципы сопротивления материалов. Гипотезы сопротивления материалов. Принцип Сен-Венана.	17	Проверка знаний во время экзамена.
2	Построение эпюр внутренних усилий	Эпюра продольной силы. Порядок построения. Проверка правильности построения эпюры крутящего момента. Порядок построения. Проверка правильности построения эпюры. Построение эпюр поперечной силы (Q_y) и изгибающего момента (M_x). Дифференциальные зависимости между M , Q , q . Контроль	19	Проверка знаний во время экзамена. Построение эпюр к задачам № 2, 3, 4, 5 из самостоятельной контрольной работы. Проверка умений во

		правильности построения эпюр.		время практических занятий.
3	Расчет геометрических характеристик плоских сечений	Статический момент сечения. Определение центра тяжести сечения. Определение центра тяжести сложного составного сечения. Осевые моменты инерции. Центробежный момент инерции, полярный момент инерции. Моменты инерции составных сечений. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе координатных осей, зависимость между моментами инерции при повороте координатных осей. Главные оси, главные моменты инерции. Вычисление моментов инерции сложных составных сечений.	18	Проверка знаний во время экзамена. Решение задачи № 1 из самостоятельной контрольной работы.
4	Центральное растяжение (сжатие) прямого бруса	Однородное напряженное состояние. Линейная деформация. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Модуль упругости первого рода (Модуль Юнга), коэффициент Пуассона. Напряжения в наклонных сечениях. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии. Испытания материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Диаграммы сжатия различных материалов. Допускаемые напряжения. Условие прочности и жесткости. Три типа задач расчета на прочность. Понятие о концентрации напряжений.	19	Решение задачи №2 из самостоятельной контрольной работы. Проверка знаний во время экзамена. Проверка умений во время практических, лабораторных занятий.
5	Сдвиг. Кручение валов круглого поперечного сечения	Понятие о деформации сдвига. Напряжения при сдвиге. Чистый сдвиг. Закон парности касательных напряжений. Плоское напряженное состояние. Угол сдвига. Закон Гука. Модуль сдвига. Связь между модулями упругости первого и второго рода и коэффициентом Пуассона. Проверка на прочность и допускаемые напряжения. Расчет заклепочных соединений на срез и на смятие. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Угол закручивания. Относительный угол закручивания. Определение напряжений. Полярный момент сопротивления. Расчет на прочность и жесткость.	19	Проверка знаний во время экзамена. Решение задачи №3 из самостоятельной контрольной работы. Проверка умений во время практических занятий.
6	Изгиб	Чистый изгиб: деформации, нейтральный слой, радиус кривизны, кривизна, распределение линейных деформаций и нормальных напряжений по высоте поперечного сечения стержня. Определение нормальных напряжений. Освой момент сопротивления. Максимальные напряжения при изгибе. Плоский поперечный изгиб. Нормальные и касательные напряжения. Формула Журавского. Условия прочности по нормальным и касательным напряжениям. Расчет на прочность и жесткость при изгибе. Рациональные формы поперечных сечений. Линейные и угловые перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Метод начальных параметров.	18	Проверка знаний во время экзамена. Решение задачи №4 из самостоятельной контрольной работы.
9	Сложное сопротивление	Сложный и косоугольный изгиб. Принцип независимости действия сил. Напряжения и перемещения. Определение положения нулевой линии и опасных точек сечения. Условие прочности и жесткости. Внецентренное растяжение (сжатие) стержней, свойства нулевой линии при внецентренном растяжении (сжатии), ядро сечения. Расчет на прочность.	19	Проверка знаний во время экзамена. Решение задачи №5 из самостоятельной контрольной работы.

		Изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения. Формулировка условий прочности. Расчёт валов. Общий случай сложного сопротивления. Расчет по теориям прочности.		
10	Устойчивость сжатых стержней	Продольный изгиб. Критическая сила. Формула Эйлера для определения критической силы. Влияние способов закрепления концов стержня на величину критической силы. Предельная гибкость стержня. Критические напряжения. Предел применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Практические расчеты стержней на устойчивость. Определение поперечного сечения стержня методом последовательных приближений.	12	Проверка знаний во время экзамена. Решение задачи №6 из самостоятельной контрольной работы.

Список учебно-методических материалов для самостоятельного изучения:

1. Белобородова Т.Г. Сопротивление материалов. Электронный учебный курс. – URL: <http://sdo.strbsu.ru/course/view.php?id=1008> (21.08.18)
2. Белобородова Т.Г. Геометрические характеристики плоских сечений: Методические рекомендации по изучению темы курса «Сопротивление материалов». – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2015. – 37 с. – 20 экз.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

Планируемые результаты освоения образовательной программы	Этап	Показатели и критерии оценивания результатов обучения				Вид оценочного средства
		3.				
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
<p><i>Готовность к формированию профессиональной компетентности рабочего (специалиста) соответствующего квалификационного уровня (ПК-34)</i></p>	1 этап: Знания	Фрагментарные представления о основных видах напряженно-деформированного состояния тела; методах расчета сжатых стержней на устойчивость.	В целом сформированные, но неполные знания о основных видах напряженно-деформированного состояния тела; методах расчета сжатых стержней на устойчивость.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о основных видах напряженно-деформированного состояния тела; методах расчета сжатых стержней на устойчивость.	Сформированные систематические знания о основных видах напряженно-деформированного состояния тела; методах расчета сжатых стержней на устойчивость.	Тестовые задания
	2 этап: Умения	Фрагментарное умение строить эпюры внутренних усилий для различных схем нагружения элементов конструкций; правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить расчеты на прочность, жесткость	В целом успешное, но не систематическое умение строить эпюры внутренних усилий для различных схем нагружения элементов конструкций; правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить расчеты на	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение строить эпюры внутренних усилий для различных схем нагружения элементов конструкций; правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить	Сформированное умение строить эпюры внутренних усилий для различных схем нагружения элементов конструкций; правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить расчеты на прочность, жесткость	Письменная контрольная работа

		и устойчивость элементов конструкций.	прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций.	расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций.	и устойчивость элементов конструкций.	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Фрагментарное владение навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения.	В целом успешное, но не полное владение навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения.	Сформированное владение навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения.	Самостоятельная контрольная работа
<i>готовность к производительному труду (ПК-36)</i>	1 этап: Знания	Фрагментарные представления о методах расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-деформированного состояния тела при действии статических нагрузок.	В целом сформированные, но неполные знания о методах расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-деформированного состояния тела при действии статических нагрузок.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о методах расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-деформированного состояния тела при действии статических нагрузок.	Сформированные систематические знания о методах расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-деформированного состояния тела при действии статических нагрузок.	Тестовые задания
	2 этап: Умения	Фрагментарное умение правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать; работать со справочной и научно-технической литературой.	В целом успешное, но не систематическое умение правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать; работать со справочной и научно-технической литературой.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать; работать со справочной и научно-технической литературой.	Сформированное умение правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать; работать со справочной и научно-технической литературой.	Письменная контрольная работа
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Фрагментарное владение навыками работы со справочной	В целом успешное, но не полное владение навыками работы со	Успешное, но содержащее отдельные пробелы	Сформированное владение навыками работы со	Самостоятельная контрольная работа

		и научной литературой.	справочной и научной литературой.	владение навыками работы со справочной и научной литературой.	справочной и научной литературой.	
--	--	------------------------	-----------------------------------	---	-----------------------------------	--

- а) упрочняются; б) перемещаются; **в) деформируются;**
- г) нет правильного варианта.

7. Напряжение, при котором в поперечном сечении бруса возникает только один силовой фактор – продольная сила (N) называется:

- а) изгиб; б) кручение; **в) растяжение (сжатие);**
- г) нет правильного варианта.

8. Элемент конструкции, у которого один из геометрических размеров – длина, много больше двух других называется:

- а) стержень;** б) оболочка; в) массивное тело; г) нет правильного варианта.

9. Элемент конструкции, у которого один из геометрических размеров – толщина, много меньше двух других называется:

- а) стержень; **б) оболочка;** в) массивное тело;
- г) нет правильного варианта.

10. Элемент конструкции, у которого геометрические размеры равновелики называется:

- а) стержень; б) оболочка; **в) массивное тело;**
- г) нет правильного варианта.

11. Брус круглого поперечного сечения, работающий на кручение, называется:

- а) стержнем; **б) валом;** в) балкой;
- г) нет правильного варианта.

2. Построение эпюр внутренних усилий

1. Если на участке бруса действует распределенная нагрузка, то эпюра продольной силы отчерчивается:

- а) прямой линией; **б) прямой наклонной линией;** в) параболой;
- г) нет правильного варианта.

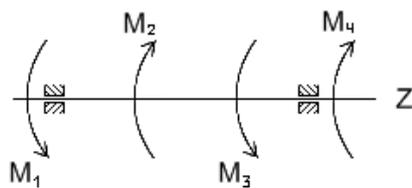
2. В точке приложения сосредоточенной силы на эпюре продольной силы имеется скачек, равный:

- а) нулю; б) величине силы умноженной на длину участка;
- в) величине этой силы;** г) нет правильного варианта.

3. Для крутящего момента $M_{кр}$ выполняется следующее правило:

- а) $\dot{I}_{\partial\partial} = \sum \dot{I}^{\partial} = \sum \dot{I}^i$; **б) $M_{кр} = \sum M^l = -\sum M^n$;**
- в) $M_{кр} = \sum M^l + \sum M^n$; г) нет правильного варианта.

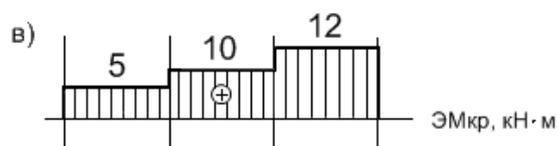
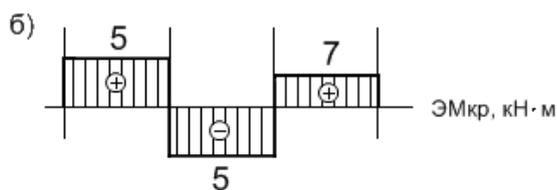
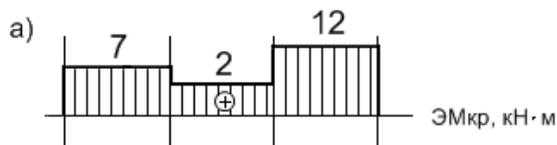
4. Для данной расчетной схемы выбрать правильную эпюру:



$$M_1 = 5 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

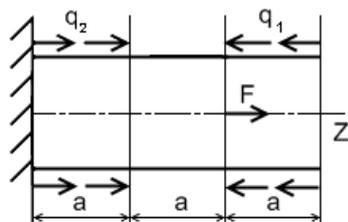
$$M_2 = 10 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_3 = 12 \text{ кН}\cdot\text{м}$$



г) нет правильного варианта.

5. Для данной расчетной схемы выбрать правильную эпюру:

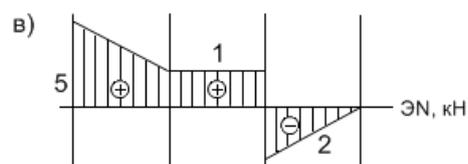
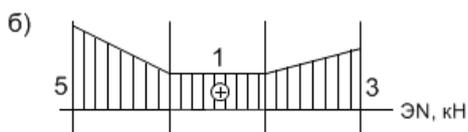
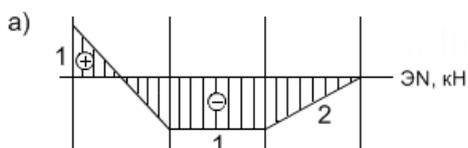


$$F = 3 \text{ кН}$$

$$q_1 = 2 \text{ кН}$$

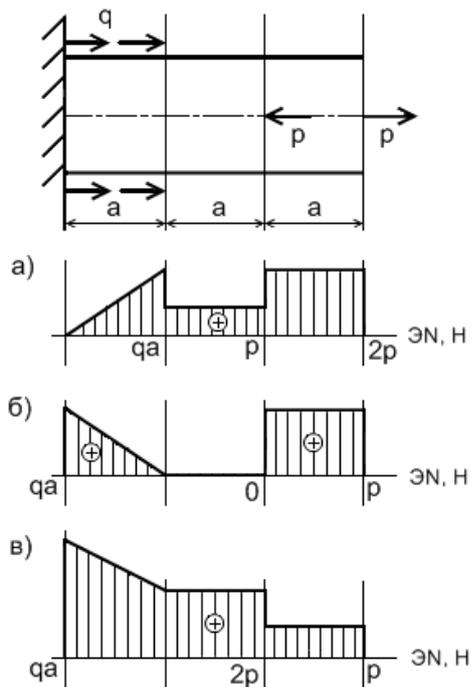
$$q_2 = 4 \text{ кН}$$

$$a = 1 \text{ м}$$



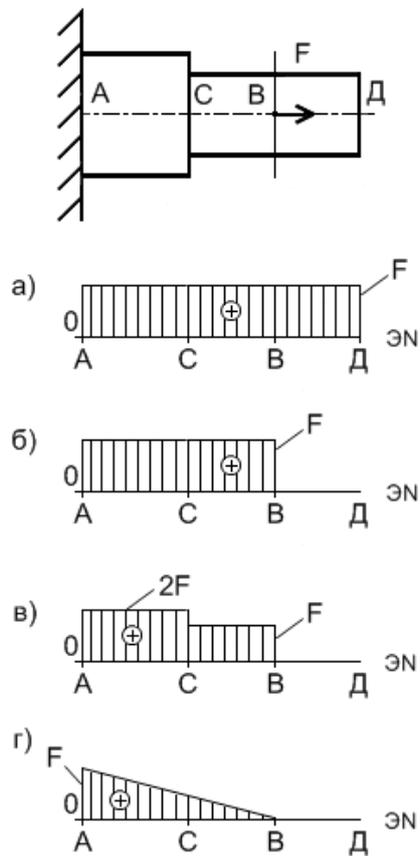
г) нет правильного варианта.

6. Для данной расчетной схемы выбрать правильную эпюру:



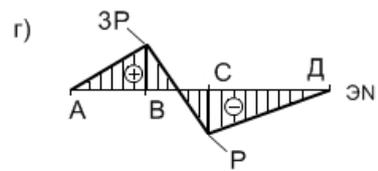
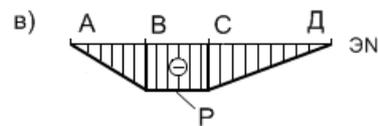
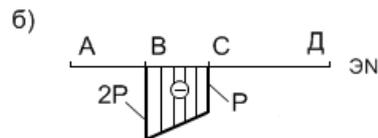
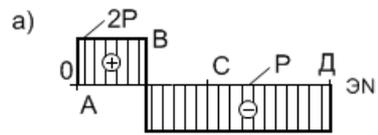
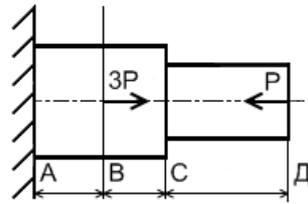
г) нет правильного варианта.

7. Как выглядит эпюра продольной силы при заданном нагружении ступенчатого бруса:



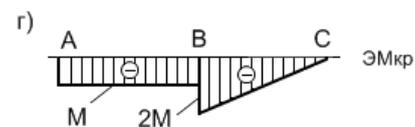
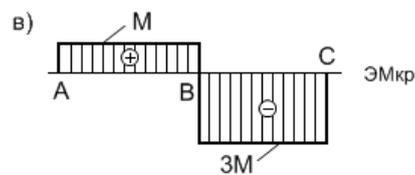
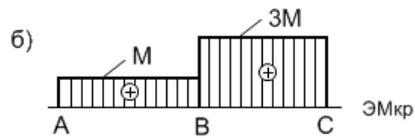
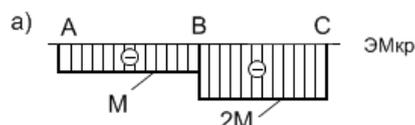
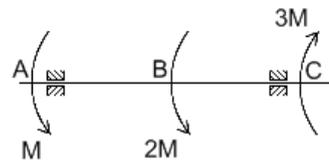
8. Эпюра продольной силы при заданном нагружении ступенчатого бруса имеет

вид:

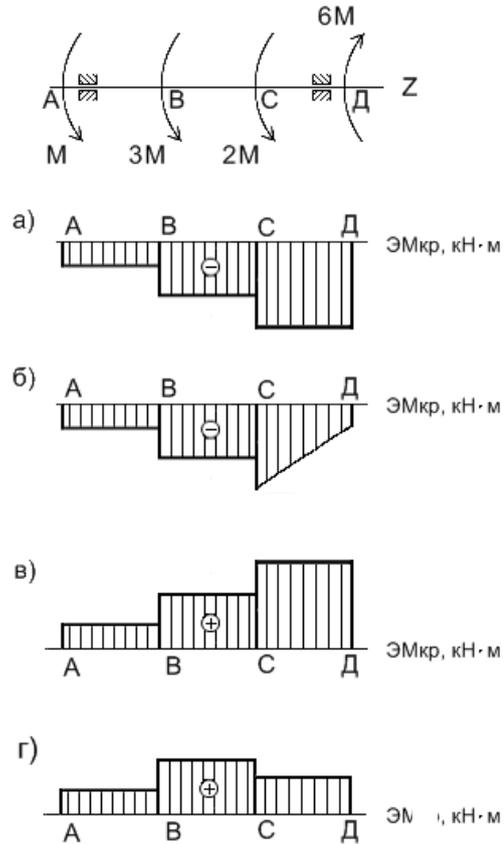


9. Эпюра нагружения вала имеет

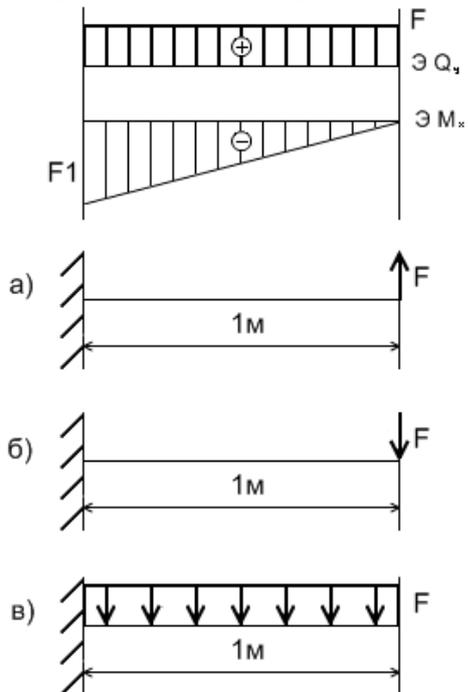
крутящего момента при заданном вид:



10. Эюра крутящего момента при данном нагружении вала имеет вид:

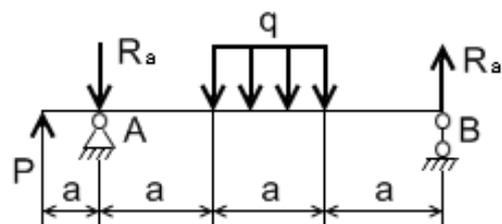


11. Для данных эюр выбрать правильную расчетную схему:



г) нет правильного варианта.

12. Для данной расчетной схемы составить уравнение равновесия: $\sum F_y = 0$:



а) $\sum F_y = -p - R_A - qa + R_B$;

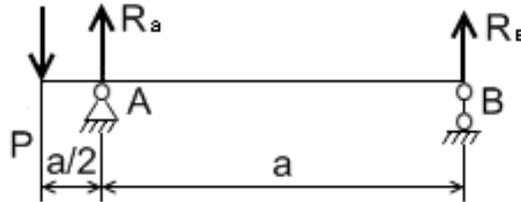
б) $\sum F_y = p - R_A - qa + R_B$;

в) $\sum F_y = -p - R_A + qa + R_B$;

г) нет правильного варианта.

13. Для данной расчетной схемы составить уравнение равновесия: $\sum M_A = 0$ и

$\sum M_B = 0$:



а) $\sum M_A = P \times \frac{a}{2} + R_A \times a = 0$,

$\sum M_B = P \times \frac{3a}{2} - R_A \times a = 0$.

б) $\sum M_A = -P \times \frac{a}{2} + R_A \times a = 0$,

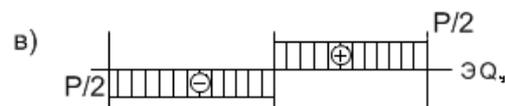
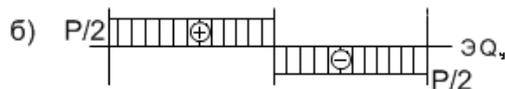
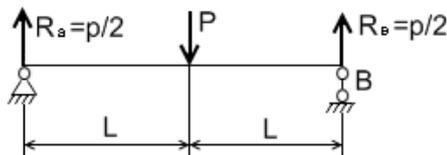
$\sum M_B = -P \times \frac{3a}{2} - R_A \times a = 0$.

в) $\sum M_A = -P \times \frac{a}{2} + R_A \times a = 0$,

$\sum M_B = -P \times \frac{a}{2} + R_A \times a = 0$.

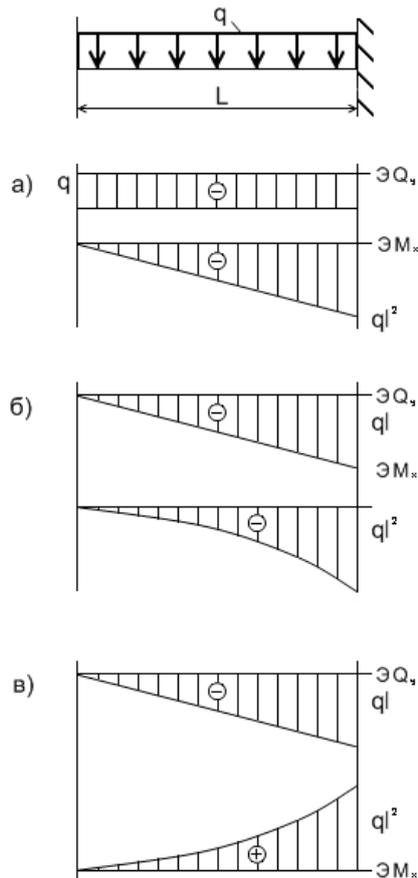
г) нет правильного варианта.

14. Для данной расчетной схемы выбрать правильную эпюру поперечной силы Q_y :



г) нет правильного варианта.

15. Для данной расчетной схемы выбрать правильную эпюру:



г) нет правильного варианта.

16. Если эпюра поперечной силы пересекает ось эпюры, то чему равен изгибающий момент M_x в этом сечении:

- а) нулю; **б) принимает экстремальное значение;**
- в) имеет скачок в этой точке; г) нет правильного варианта.

17. Чем вызван скачок на эпюре изгибающего момента:

- а) приложением сосредоточенной силы в этой точке;
- б) приложением распределенной нагрузки;
- в) приложением сосредоточенного момента в этой точке;**
- г) нет правильного варианта.

18. Если на участке балки приложена равномерно-распределенная нагрузка, то какой вид будет иметь эпюра поперечной силы Q_y на этом участке:

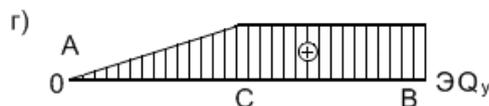
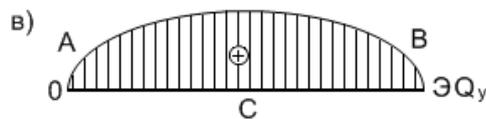
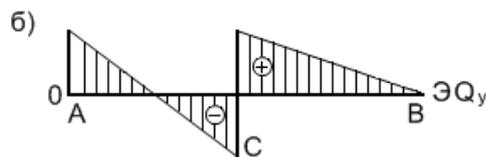
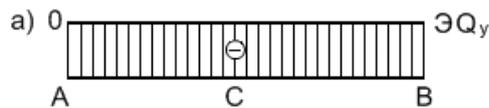
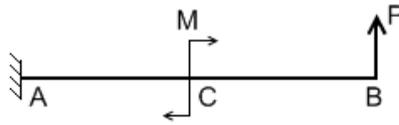
- а) прямая параллельная оси эпюры; **б) наклонная прямая;**
- в) парабола; г) нет правильного варианта.

19. Если на участке балки приложена равномерно-распределенная нагрузка, то

какой вид будет иметь эпюра \dot{I}_x на этом участке:

- а) прямая параллельная оси эпюры; б) наклонная прямая;
- в) парабола, выпуклостью навстречу нагрузке;
- г) нет правильного варианта.

20. Эпюра поперечных сил при данном нагружении консоли выглядит:



3. Геометрические характеристики плоских сечений

1. Формула для вычисления статического момента сечения относительно оси у:

а) $S_y = \int_A x dA;$

б) $S_x = \int_A x dA;$

в) $S_y = \int_A x^2 dA;$

г) $S_y = \int_A y dA;$

2. Формулы для вычисления осевых моментов инерции сечения относительно осей

х и у:

а) $J_x = \int_A x^2 dA; J_y = \int_A y^2 dA;$

б) $J_x = \int_A y^2 dA; J_y = \int_A x dA.$

в) $J_x = \int_A y^2 dA; J_y = \int_A x^2 dA;$

г) $J_x = \int_A y dA; J_y = \int_A x dA.$

3. Выберите формулу для вычисления координаты x_c центра тяжести сложного составного сечения:

$$\text{а) } x_c = \frac{\sum_{i=1}^n S_{xi}}{\sum_{i=1}^n A_i};$$

$$\text{б) } x_c = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ci} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i};$$

$$\text{в) } x_c = \int_A x \cdot dA;$$

$$\text{г) } x_c = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ci} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}.$$

4. Единица измерения моментов инерции сечения:

а) см²; б) см³; в) см⁴; г) см⁻².

5. При переходе от центральных осей к нецентральной, осевые моменты сечения:

а) увеличиваются; б) уменьшаются;
в) остаются неизменными; г) нет правильного варианта.

6. Моменты инерции сечения, бывают:

а) геометрические, центробежные, осевые;
б) осевые, центробежные, полярные;
в) полярные, статические, осевые;
г) нет правильного варианта.

7. Центробежные моменты инерции сечения при параллельном переходе от центральных осей к нецентральной вычисляются по формуле:

$$\text{а) } J_{x_1y_1} = J_{xy} + b^2 A; \quad \text{б) } J_{x_1y_1} = J_x + 2aSx + a^2 A;$$

$$\text{в) } J_{x_1y_1} = J_{xy} + abA; \quad \text{г) } J_{x_1y_1} = J_{xy} - abA.$$

8. Выберите формулу для вычисления полярного момента инерции:

$$\text{а) } J_\rho = \int_A xy dA; \quad \text{б) } J_\rho = \int_A \rho dA;$$

$$\text{в) } J_\rho = \int_A \rho^2 dA; \quad \text{г) } J_\rho = \int_A x^2 dA.$$

9. С изменением угла поворота осей, значение осевых моментов

J_x , J_y меняются, а их сумма равна:

$$\text{а) } J_x + J_y = J_{xy}; \quad \text{б) } J_x + J_y = 0;$$

$$\text{в) } J_x + J_y = J_u + J_v = \text{const}; \quad \text{г) нет правильного варианта.}$$

10. Полярный момент инерции для круга определяется по формуле:

а) $J_p = \frac{\pi d^4}{32}$;

б) $J_p = \frac{\pi d^4}{64}$;

в) $J_p = \frac{\pi d^4}{8}$;

г) нет правильного варианта.

11. Осевой момент инерции J_y для прямоугольника определяется по формуле:

а) $J_y = \frac{bh^3}{12}$;

б) $J_y = \frac{hb^3}{12}$;

в) $J_y = \frac{hb^3}{36}$;

г) $J_y = \frac{bh^2}{6}$.

12. Для фигур, имеющих хотя бы одну ось симметрии центробежный момент инерции относительно этой оси равен:

а) $J_{xy} = 1$;

б) $J_{xy} = J_p$;

в) $J_{xy} = 0$;

г) $J_{xy} = J_x + J_y$.

13. Формула для вычисления полярного момента инерции:

а) $J_\rho = \int_A xy dA$;

б) $J_\rho = \int_A \rho dA$;

в) $J_\rho = \int_A \rho^2 dA$;

г) $J_\rho = \int_A x^2 dA$.

14. Формула для вычисления центробежного момента инерции:

а) $J_{xy} = \int_A x^2 y^2 dA$;

б) $J_{xy} = \int_A y^2 dA$;

в) $J_{xy} = \int_A xy dA$;

г) $J_{xy} = \int_y xy dA$;

15. Главные оси сечения – это:

а) оси, относительно которых осевые моменты инерции равны нулю;

б) оси, относительно которых центробежный момент инерции равен нулю;

в) оси, относительно которых сумма осевых моментов инерции равна нулю;

г) нет правильного варианта.

5. Растяжение (сжатие)

1. При осевом растяжении (сжатии) в сечениях бруса возникает внутреннее усилие:

- а) продольная сила; б) крутящий момент;
- в) продольная сила и крутящий момент; г) нет правильного варианта.

2. Относительное продольное удлинение бруса при растяжении (сжатии) вычисляется по формуле:

а) $\varepsilon_z = \frac{\Delta l}{l_0}$;

б) $\varepsilon_z = \frac{\Delta l}{A_0}$;

в) $\varepsilon_z = \frac{N \cdot l}{A \cdot E}$;

г) нет правильного варианта.

3. Модуль упругости I рода (E), для низкоуглеродистых сталей равен:

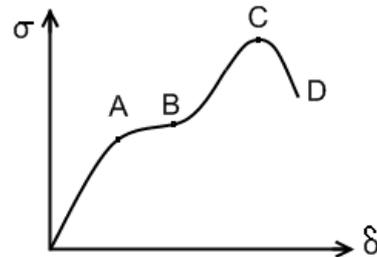
- а) $8 \cdot 10^{11}$ Па; б) $2 \cdot 10^{11}$ Па; в) $12,5 \cdot 10^{11}$ Па; г) $8 \cdot 10^{10}$ Па.

4. Коэффициент Пуассона находится в пределах:

- а) $1 \leq \mu \leq 5$;
- б) $0 \leq \mu \leq 0.5$;
- в) $0.5 \leq \mu \leq 0.8$;
- г) нет правильного варианта.

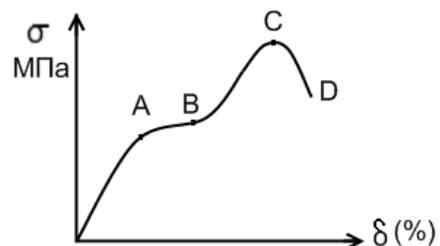
5. Точка В на диаграмме зависимости $\sigma = f(\delta)$ характеризует:

- а) предел пропорциональности материала;
- б) предел прочности материала;
- в) предел текучести материала;
- г) нет правильного варианта.



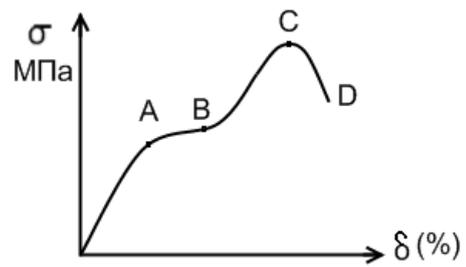
6. Точка А на диаграмме $\sigma = f(\delta)$ характеризует:

- а) предел пропорциональности материала;
- б) предел текучести материала;
- в) предел прочности материала;
- г) нет правильного варианта.



7. Точка С на диаграмме $\sigma = f(\delta)$ характеризует:

- а) предел пропорциональности материала;
- б) предел текучести материала;
- в) предел прочности материала;
- г) нет правильного варианта.



8. Абсолютное удлинение бруса при осевом растяжении (сжатии) определяется выражением:

а) $\Delta l = \frac{E}{l_0}$;

б) $\Delta l = \frac{Nl}{AE}$;

в) $\Delta l = \frac{NE}{Al}$;

г) нет правильного варианта.

9. Закон Гука для одноосного растяжения и сжатия:

а) $\sigma = N \cdot \varepsilon$;

б) $\sigma = E \cdot \varepsilon$;

в) $\varepsilon = \sigma \cdot E$;

г) нет правильного варианта.

10. Какие нормальные напряжения при осевом растяжении и сжатии считаются положительными?

а) сжимающие;

б) растягивающие;

в) изгибающие;

г) нет правильного варианта.

11. Зависимость между продольной силой и напряжением при осевом растяжении (сжатии):

а) $N = \int_A \sigma_y dA$;

б) $N = \int_A \tau_{zx} dA$;

в) $N = \int_A \sigma_z dA$;

г) нет правильного варианта.

12. Нормальное напряжение на наклонной площадке при осевом растяжении (сжатии) вычисляют по формуле:

а) $\sigma \cos^2 \alpha$;

б) $\frac{1}{2} \sigma \sin 2\alpha$;

в) $\sigma \cos 2\alpha$;

г) $\sigma_x = \sigma \cdot \cos 2\alpha$.

13. Под каким углом к поперечному сечению расположена площадка, на которой действуют максимальные касательные напряжения?

- а) 0° ; б) 45° ; в) 90° ; г) нет правильного варианта.

14. Условие прочности при осевом растяжении (сжатии) для пластичных материалов:

а) $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma]$. б) $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$.

в) $\sigma_{\max} = \frac{M_{kp_{\max}}}{A} \leq [\sigma]$. г) нет правильного ответа.

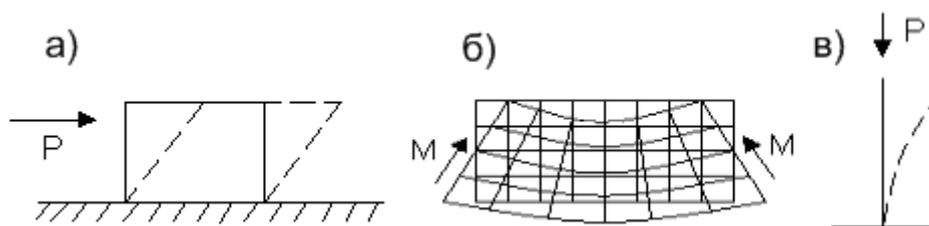
Тестовые задания для оценки уровня сформированности компетенции ПК-36 на этапе «Знания»

6. Чистый сдвиг. Кручение

1. Выберите определение чистого сдвига:

- а) такой вид нагружения бруса, при котором на него действуют 2 равные, параллельные, противоположно направленные силы вдоль оси бруса;
- б) такое плоское напряженное состояние, когда по 2 взаимно перпендикулярным площадкам выделенного элемента возникают только нормальные напряжения;
- в) такое линейное напряженное состояние, когда по 2 взаимно перпендикулярным площадкам выделенного элемента возникают только касательные напряжения;
- г) нет правильного варианта.

2. Выберите рисунок деформации бруса при чистом сдвиге:



- г) нет правильного варианта.

3. Закон Гука для чистого сдвига:

а) $\tau = \frac{Q}{A}$;

б) $\tau = G \cdot \gamma$;

в) $\tau = \frac{M_k}{J_p}$;

г) $\tau = E \cdot \gamma$.

4. Полярный момент сопротивления для вала определяется по формуле:

$$\text{a) } W_{\rho} = \frac{\pi d^4}{16};$$

$$\text{б) } W_{\rho} = \frac{\pi d^3}{16};$$

$$\text{в) } W_{\rho} = 0,1d^3;$$

$$\text{г) } W_{\rho} = 0,2d^4.$$

5. Модуль сдвига II рода G для низкоуглеродистой стали:

а) $2 \cdot 10^{11}$ Па; б) $8 \cdot 10^{10}$ Па; в) 160 Па; г) нет правильного варианта.

6. Модуль сдвига II рода может быть определен по формуле:

$$\text{а) } G = \frac{E}{2(1 + \mu)};$$

$$\text{в) } G = \frac{E}{1 + \mu};$$

$$\text{в) } G = \frac{E}{2(1 - \mu)};$$

г) нет правильного варианта.

7. Что называется кручением?

а) такой вид нагружения бруса, при котором в поперечных сечениях возникает только один силовой фактор – крутящий момент;

б) вид деформации, когда в сечениях бруса выявляется силовой фактор изгибающий момент M_x ;

в) вид нагружения балки, при котором в поперечных сечениях бруса возникает только один силовой фактор – продольная сила;

г) нет правильного варианта.

8. Относительный угол закручивания вала при кручении определяется:

$$\text{а) } \theta = \frac{M_{\text{ед}}^{\text{max}}}{[\tau]};$$

$$\text{б) } \theta = \frac{M_{\text{кр max}}}{G \cdot J_{\rho}};$$

$$\text{в) } \theta = \frac{M_{x\delta}}{W_{\rho}};$$

г) нет правильного варианта.

9. Назовите три типа задач на прочность при кручении:

а) проверочный расчет, подбор сечений, определение допускаемой нагрузки;

б) проектировочный, аналитический, проверочный расчет;

в) определение допускаемой нагрузки, теоретический, проверочный расчет;

г) нет правильного варианта.

10. Условие жесткости вала при кручении:

$$\text{а) } \tau_{\max} = \frac{M_{\varepsilon\delta}^{\max}}{W_{\rho}} \leq [\tau];$$

$$\text{б) } \sigma_{\max} = \frac{M_{x\max}}{W_x} \leq [\sigma];$$

$$\text{в) } \theta = \frac{M_{kp\max}}{G \cdot J_{\rho}} \leq [\theta];$$

$$\text{г) } \frac{M_{\varepsilon\delta}^{\max}}{W_{\rho}} \leq [\theta].$$

11. Единица измерения относительного угла закручивания θ :

а) рад/м²; б) м/рад; в) рад/м; г) рад.

12. Допускаемая нагрузка из условия прочности при кручении определяется по формуле:

$$\text{а) } [M_{\varepsilon\delta}] \leq W_{\rho} \cdot [\tau];$$

$$\text{б) } [M_{\varepsilon\delta}] \geq W_{\rho} \cdot [\tau];$$

$$\text{в) } [M_{\varepsilon\delta}] \geq G \cdot [\tau];$$

$$\text{г) } [M_{\varepsilon\delta}] \leq W_{\rho} \cdot [\sigma].$$

13. Условие прочности вала при кручении:

$$\text{а) } \tau_{\max} = \frac{M_{\varepsilon\delta}^{\max}}{W_{\rho}} \leq [\tau];$$

$$\text{б) } \tau_{\max} = \frac{M_{\varepsilon\delta}^{\max}}{G \cdot J_{\rho}} \leq [\tau];$$

$$\text{в) } \tau_{\max} = \frac{M_{\varepsilon\delta}^{\max}}{W_x} \leq [\tau];$$

$$\text{г) } \theta = \frac{M_{\varepsilon\delta}^{\max}}{G \cdot J_{\rho}} \leq [\theta].$$

14. Угол закручивания вала при $M_z = \text{const}$ определяется по формуле:

$$\text{а) } \varphi = \frac{M_{\varepsilon\delta}}{GJ_{\rho}};$$

$$\text{б) } \varphi = \frac{M_{\varepsilon\delta} \cdot l}{GJ_{\rho}};$$

$$\text{в) } \varphi = \frac{M_{\varepsilon\delta}}{W_{\rho}};$$

$$\text{г) } \varphi = \frac{M_{\varepsilon\delta} \cdot l}{W_{\rho}};$$

7. Прямой изгиб

1. При чистом изгибе в сечении бруса возникает внутреннее усилие:

а) продольная сила; б) изгибающий момент;

в) изгибающий момент и поперечная сила; г) изгибающий момент и продольная сила.

2. При плоском поперечном изгибе в сечении бруса возникает внутреннее усилие:

а) продольная сила; б) изгибающий момент;

в) изгибающий момент и поперечная сила; г) изгибающий момент и продольная

сила.

4. Стержень, работающий на изгиб называют:

- а) валом; б) осью;
в) балкой; г) стойкой.

5. Балка с одним закреплённым концом называется:

- а) консолью; б) однопролетная;
в) осью; г) стойкой.

6. Для пластичных материалов условие прочности при чистом изгибе:

- а) $\sigma_{\max} = \frac{M_x^{\max}}{W_x} \geq [\sigma]$; б) $\sigma_{\max} = \frac{M_x^{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$;
в) $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$; г) $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{W_x} \geq [\sigma]$.

7. Как называется слой продольных волокон, длина которых при изгибе не изменяется:

- а) нейтральным; б) мнимый слой;
в) продольный; г) нет правильного варианта.

8. Изгиб, при котором плоскость действия изгибающего момента в данном поперечном сечении проходит через одну из главных центральных осей данного сечения называется:

- а) косой изгиб; б) параллельный изгиб;
в) прямой изгиб; г) чистый изгиб.

9. Как определяется осевой момент сопротивления сечения при чистом изгибе:

- а) $W_x = \frac{J_x}{y_{\max}}$; б) $W_y = \frac{J_x}{x_{\max}}$;
в) $W_x = \frac{J_y}{y_{\max}}$; г) $W_x = \frac{J_\rho}{y_{\max}}$.

10. Осевой момент сопротивления сечения для стержня прямоугольного сечения со сторонами b и h вычисляется по формуле:

- а) $W_x = \frac{b^3 h}{12}$; б) $W_x = \frac{bh^2}{6}$; в) $W_x = \frac{bh^3}{12}$; г) $W_x = \frac{bh^3}{6}$.

11. Осевой момент сопротивления сечения для стержня круглого сечения определяется по формуле:

а) $W_x = \frac{\pi D^3}{6}$;

б) $W_x = \frac{\pi D^3}{12}$;

в) $W_x = \frac{\pi D^2}{32}$;

г) $W_x = \frac{\pi D^3}{32}$.

12. При плоском изгибе:

а) плоскость действия изгибающего момента проходит через одну из главных осей данного сечения;

б) плоскость действия изгибающего момента не проходит ни через одну из главных осей данного сечения;

в) плоскость действия изгибающего момента пересекается с одной из главных осей данного сечения;

г) нет правильного варианта.

13. Какое поперечное сечение балки является наиболее рациональным при изгибе балок из пластичных материалов:

а) прямоугольное;

б) швеллер;

в) двутавр;

г) круг.

14. Изгибающий момент принимает экстремальное значение в сечении, где эпюра поперечных сил:

а) имеет наибольшее значение;

б) имеет наименьшее значение;

в) пересекает ось эпюры;

г) нет правильного варианта.

15. Если плоскость действия внешних сил совпадает с осью симметрии балки, то изгиб называется:

а) линейным; б) плоским; в) объемным; г) чистый.

8. Устойчивость сжатых стержней.

1. Потеря устойчивости прямолинейной формы равновесия центрально-сжатого прямого стержня называется:

а) плоский поперечный изгиб;

б) продольный изгиб;

в) изгиб с кручением;

г) нет правильного варианта.

13. По какой формуле вычисляется критическая сила для стержней, имеющих гибкость, большую предельной?

а) Эйлера; б) Ясинского; в) Гука; г) нет правильного варианта.

14. Предельная гибкость $\lambda_{пред}$ для Ст3 равна:

а) 50; б) 100; в) 200; г) 1.

Задачи к письменной контрольной работе

Задачи для оценки уровня сформированности компетенции ПК-34 на этапе «Умения»:

Задание 1. Построение эпюры продольной силы

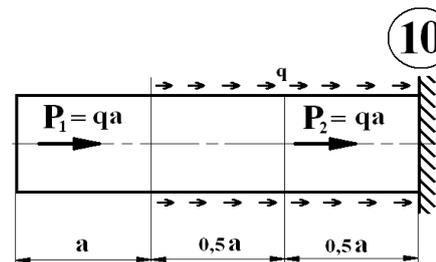
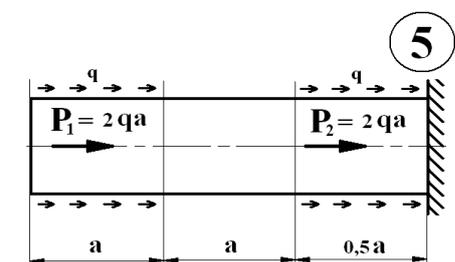
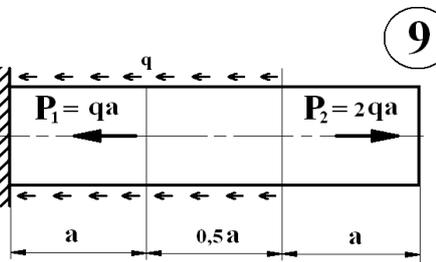
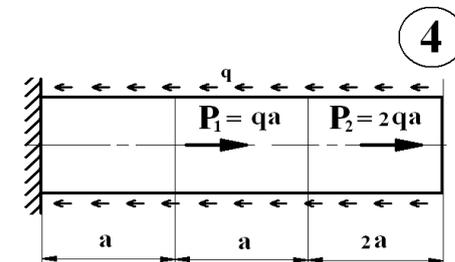
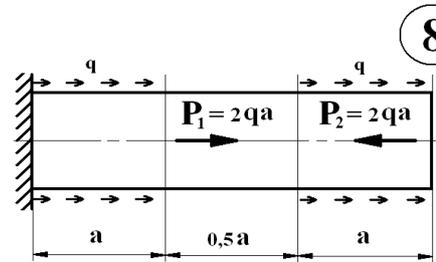
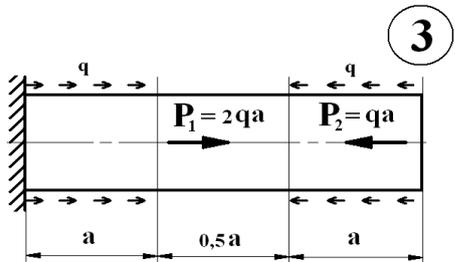
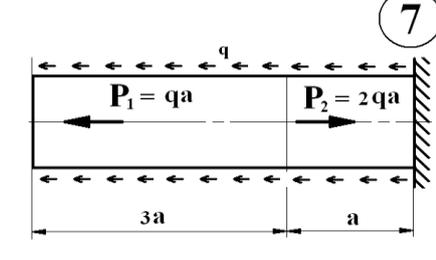
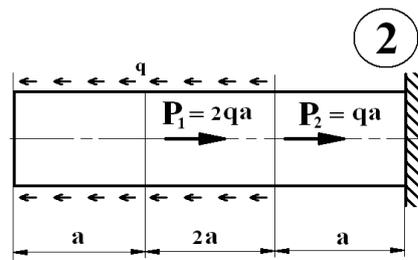
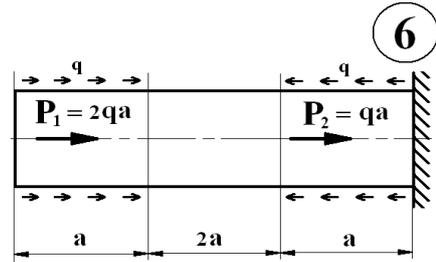
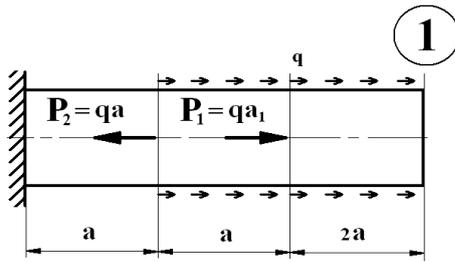
Таблица 1

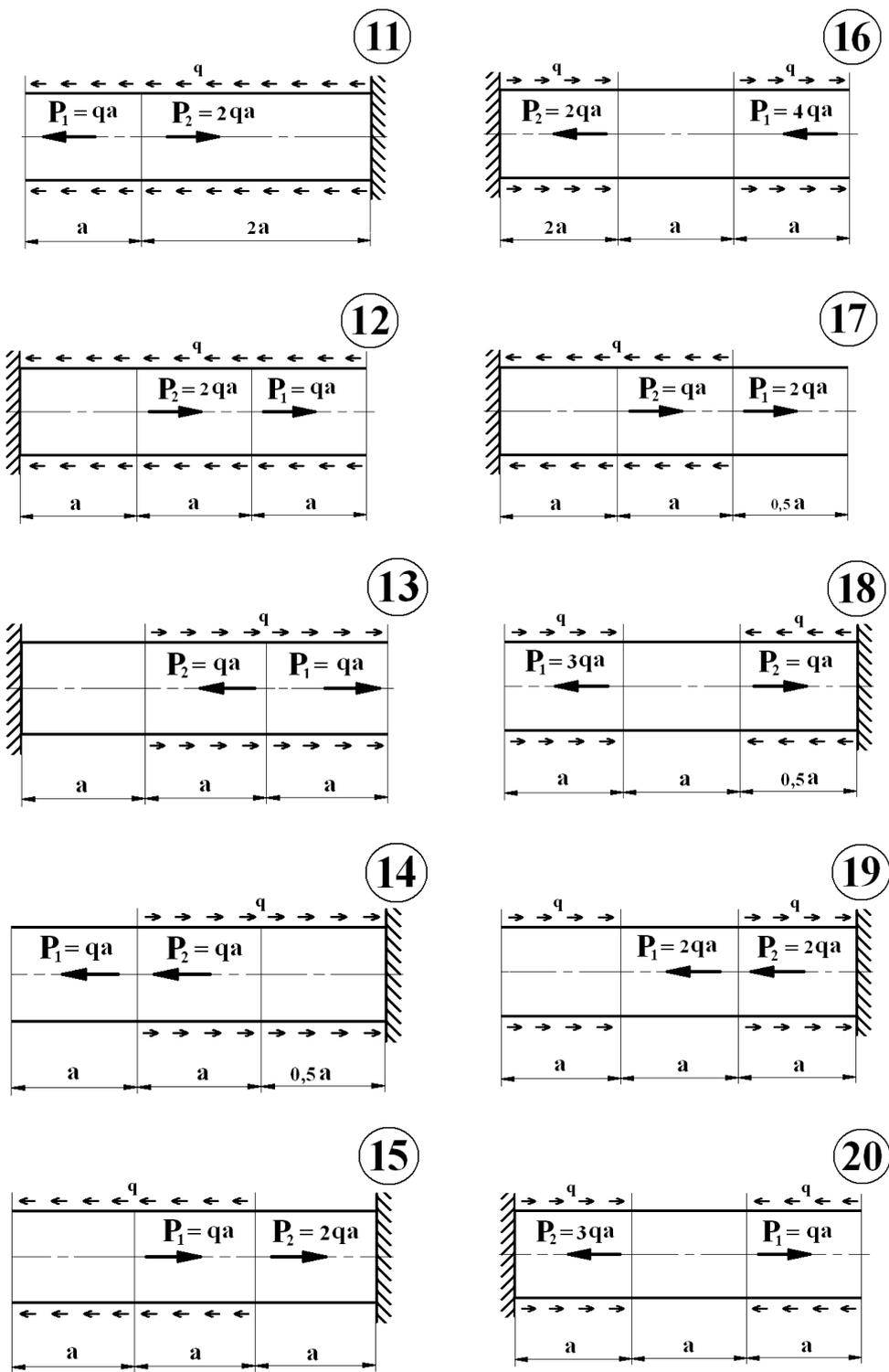
Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q, кН/м	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
a, м	0,4	0,3	0,35	0,4	0,3	0,2	0,06	0,2	0,12	0,06

Таблица 2

Вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Q, кН/м	110	120	125	130	135	140	145	150	160	170	180
a, м	0,6	0,7	0,8	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7

Задания на построение эпюры продольной силы.

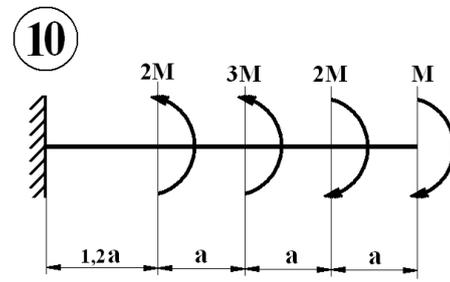
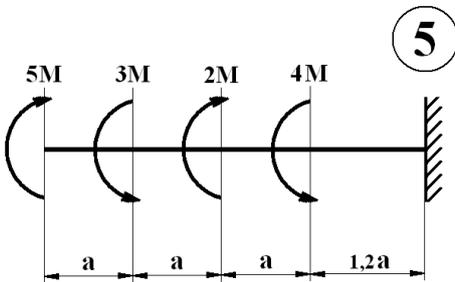
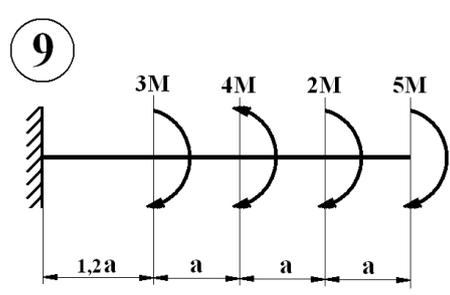
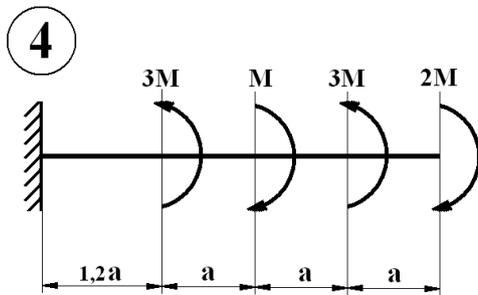
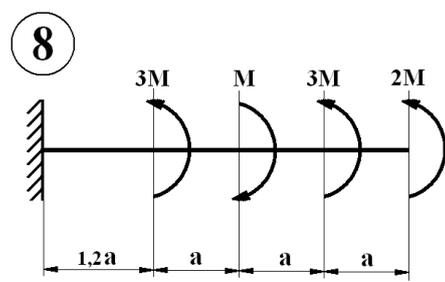
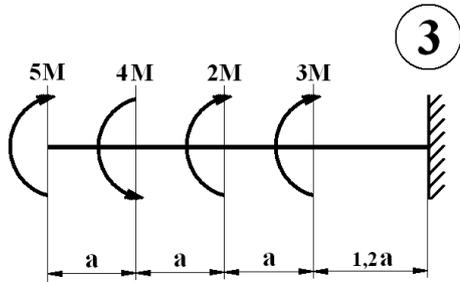
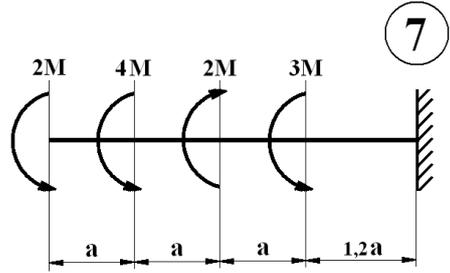
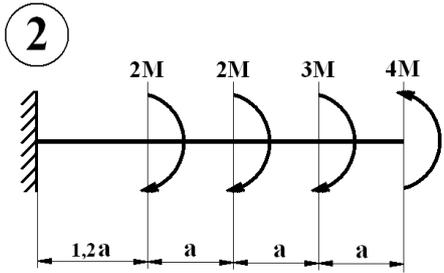
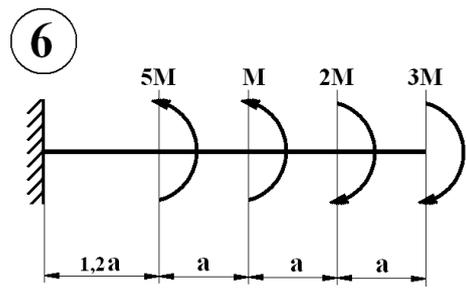
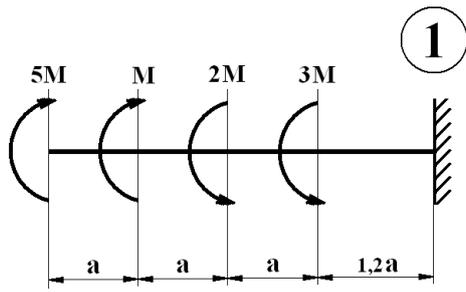


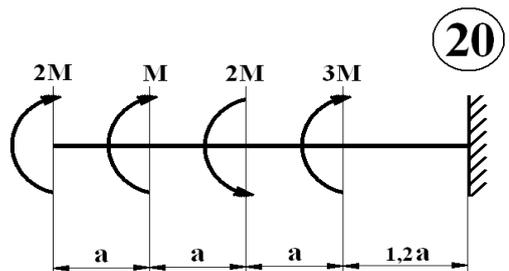
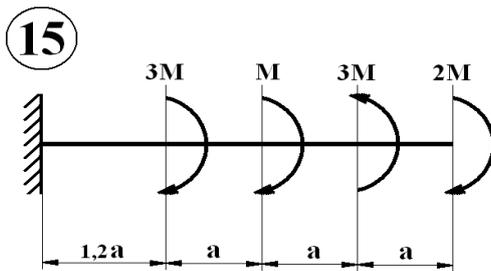
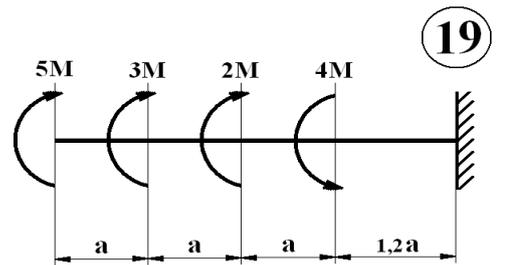
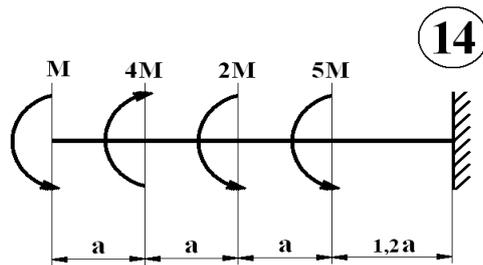
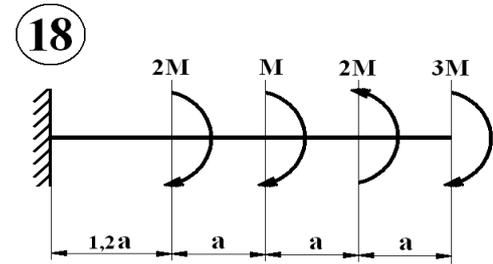
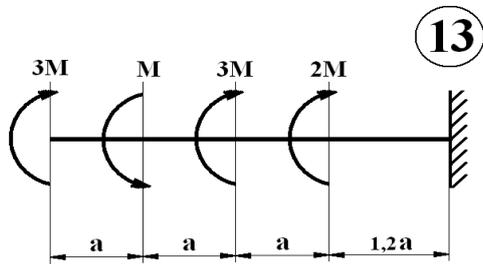
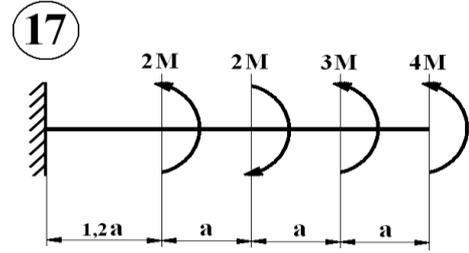
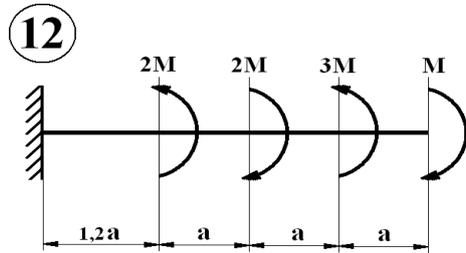
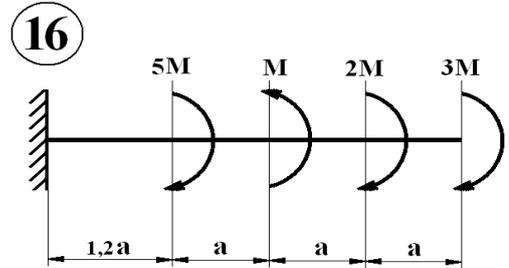
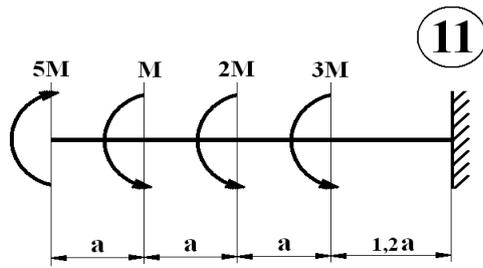


Задание 2. Построение эпюры крутящего момента

Таблица 3

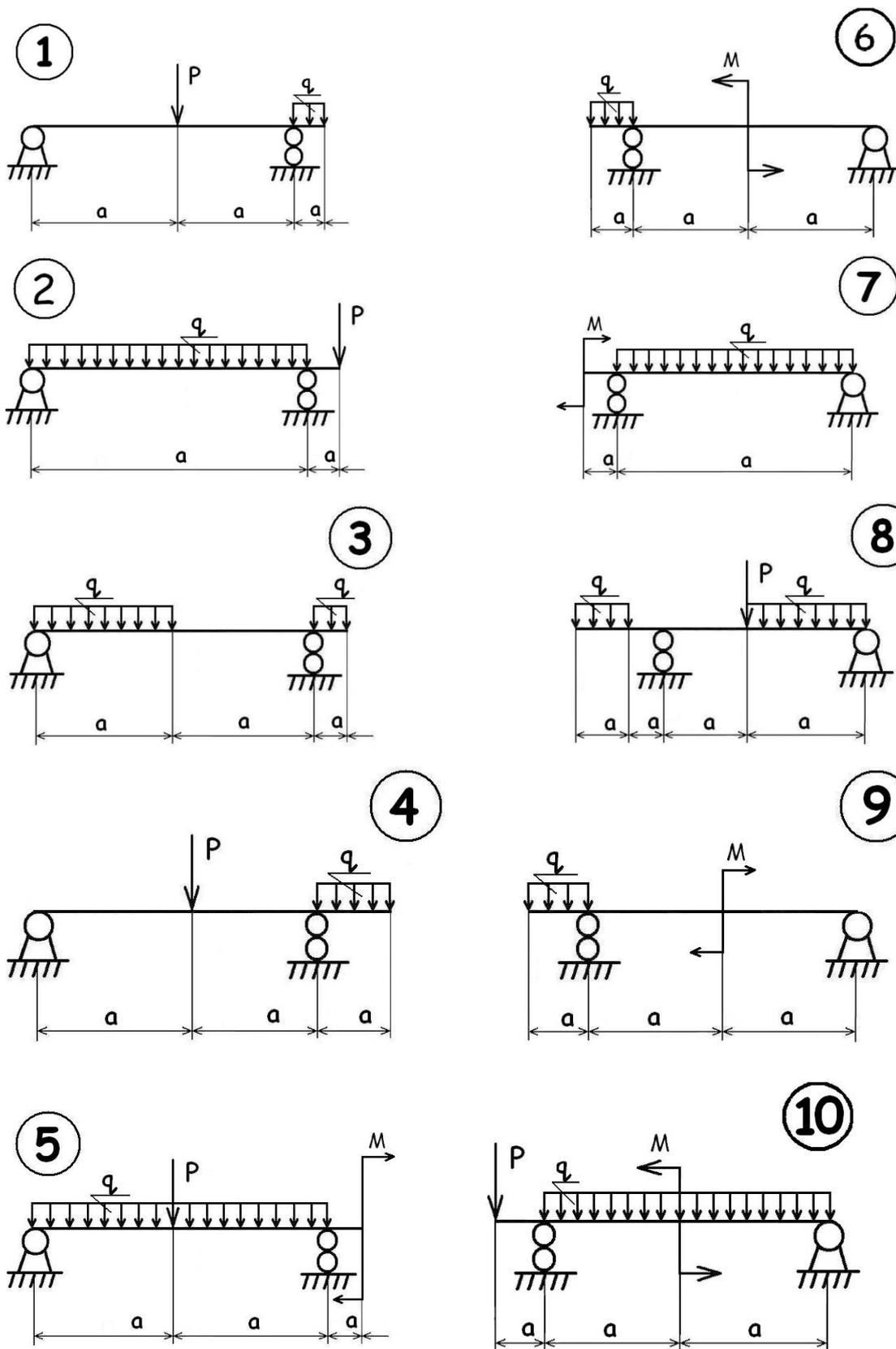
Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
М, Нм	50	10	20	30	40	50	60	70	80	90	5
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
М, Нм	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	15
Вариант	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
М, Нм	10	20	25	32	35	42	45	52	55	62	65





Задачи для оценки уровня сформированности компетенции ПК-36 на этапе «Умения»:

Задание 3. Построение эпюры поперечной силы и изгибающего момента.



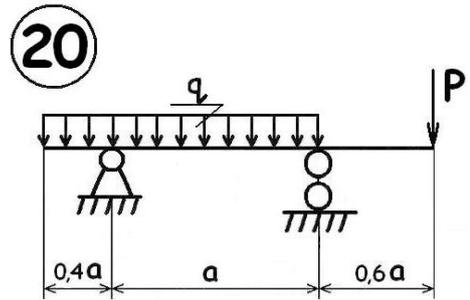
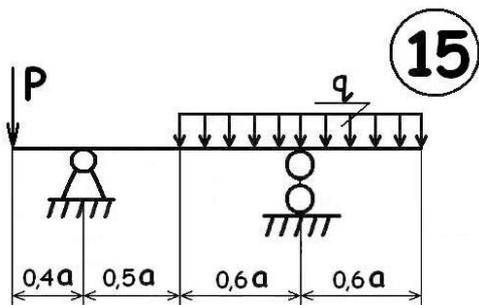
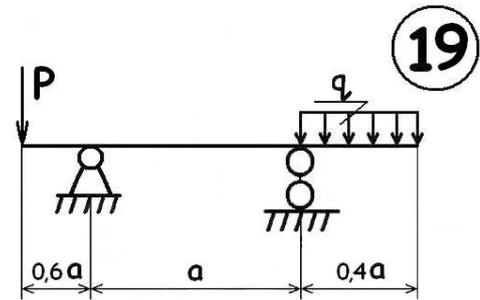
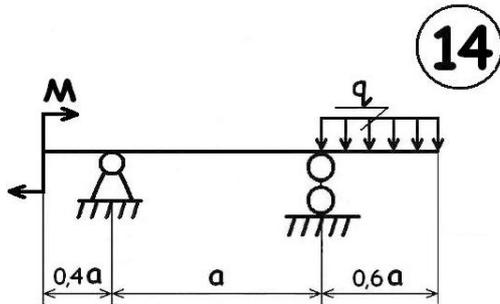
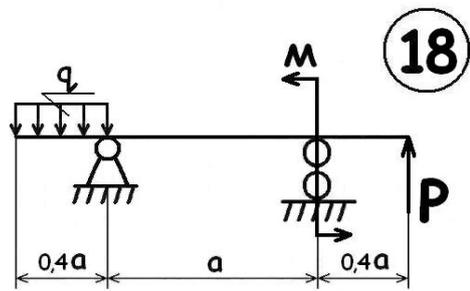
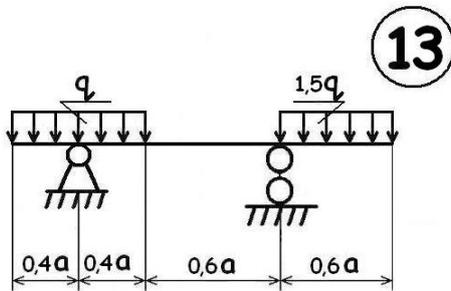
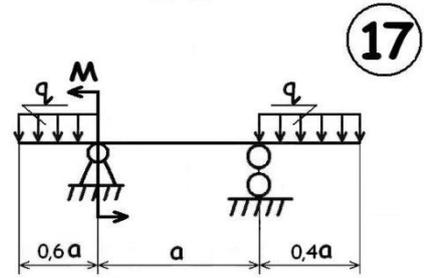
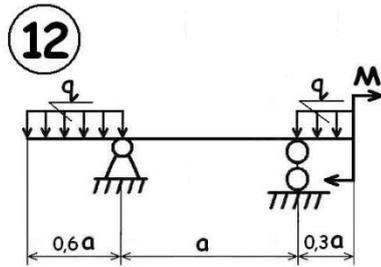
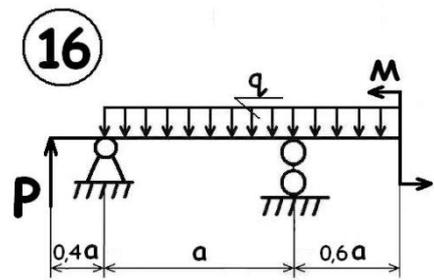
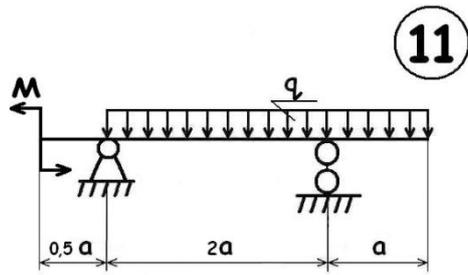


Таблица 5

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
q, кН/м	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
P, кН	50	55	60	65	70	-	-	85	-	-	-
M, Нм	-	-	-	-	10	22	20	-	15	10	5
a, м	1	0,8	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1

Таблица 6

Вариант	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
q, кН/м	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
P, кН	-	-	-	-	10	-	35	40	45	50
M, Нм	5	-	15	20	25	30	36	-	-	-
a, м	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Задания к самостоятельной контрольной работе

Задания к самостоятельной контрольной работе для оценки сформированности компетенции ПК-34 на этапе «Владения»:

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение заданий на тему: «Расчет стержней и стержневых систем на прочность, жесткость и устойчивость при простых видах деформации и сложном сопротивлении в условиях статического нагружения». Она содержит 6 задач, охватывающих все основные разделы курса: растяжение и сжатие (расчет ступенчатого бруса), геометрические характеристики сечений (расчет геометрических характеристик составных сечений), кручение (расчет валов на прочность и жесткость), прямой поперечный изгиб (расчет балок на прочность и жесткость), сложное сопротивление (расчет вала, работающего на изгиб с кручением), устойчивость сжатых стержней (расчет стержня на устойчивость).

Вариант задачи выбирается по первым буквам фамилии, имени и отчества. По первой букве фамилии выбирается номер расчетной схемы. По первой букве имени выписываются данные из четных столбцов, по первой букве отчества выписываются данные из нечетных столбцов. Для каждой задачи прилагаются расчетные схемы. Таким образом, у каждого студента формируется индивидуальное задание.

Работа оформляется на листах формата А4, с машиностроительной рамкой, полужирным, черной пастой. Рисунки выполняются отдельно от расчетов, с соблюдением ГОСТов.

ЗАДАЧА № 1

Геометрические характеристики плоских сечений

Для поперечного сечения, составленного из стандартных прокатных профилей требуется:

1. Вычертить сечение в масштабе.
2. Разбить сечение на простые элементы.
3. Для каждой фигуры нанести центральные оси x_i ; y_i .
4. Выписать из сортамента для стандартных профилей значения площадей, моментов инерции и необходимые расчетные размеры.
5. Выбрать произвольные оси x ; y и определить положение центра тяжести сечения относительно этих осей.

1. Нанести положение центра тяжести на чертеж и провести центральные оси x_c ; y_c .

параллельные ранее принятым осям x ; y .

6. Определить осевые и центробежный моменты инерции всего сечения относительно осей x_c ; y_c .

7. Определить направление главных центральных осей.

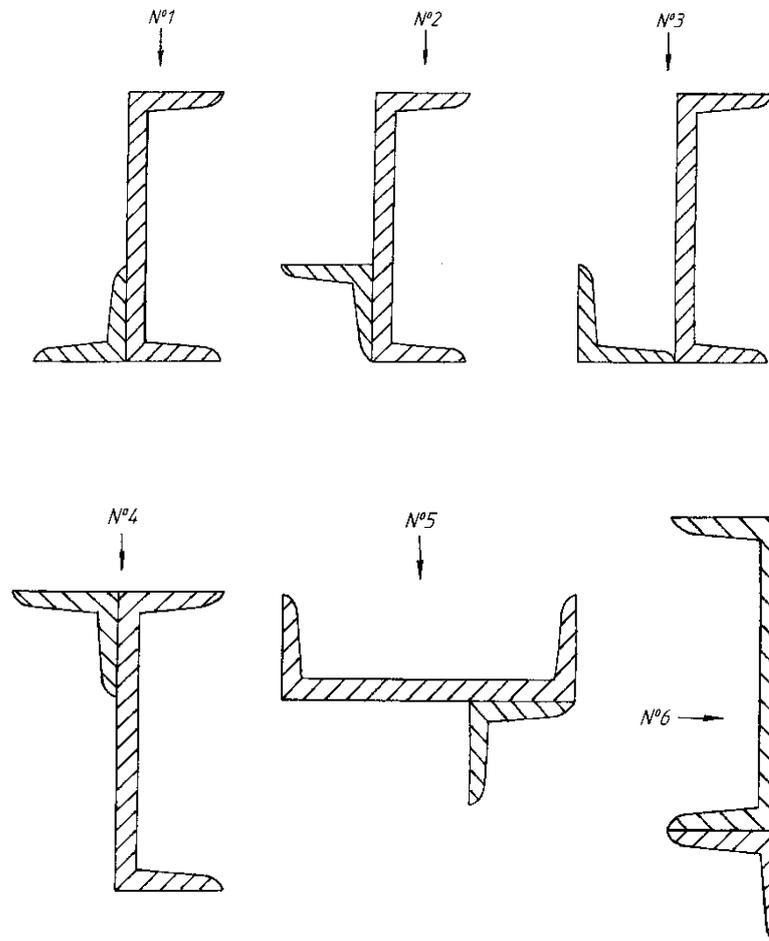
8. Вычислить значения главных центральных моментов инерции.

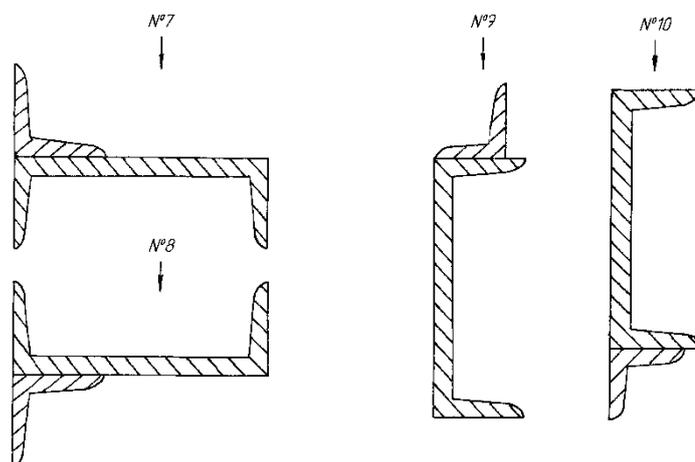
Данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

Алфавит	ГРАФЫ		
	0	1	2
	№ схемы	Уголок	Швеллер
А, К, Ф	1	80×80×8	№ 14
Б, Л, Х	2	70×70×8	№ 16
В, М, Ц	3	90×90×8	№ 18
Г, Н, Ч	4	40×40×4	№ 12
Д, О, Ш	5	63×63×5	№ 18а
Е, П, Щ	6	100×100×8	№ 22 а
Ё, Р, Ы	7	140×90×10	№ 30
Ж, С, Э	8	160×100×10	№ 27
З, Т, Ю	9	70×45×5	№ 33
И, У, Я	10	40×25×4	№ 24 а

Расчетные схемы к задаче №1





ЗАДАЧА № 2

Расчет ступенчатого бруса

Для ступенчатого бруса ($E=2 \times 10^5$ МПа, $\sigma_T=240$ МПа).

Для ступенчатого бруса требуется:

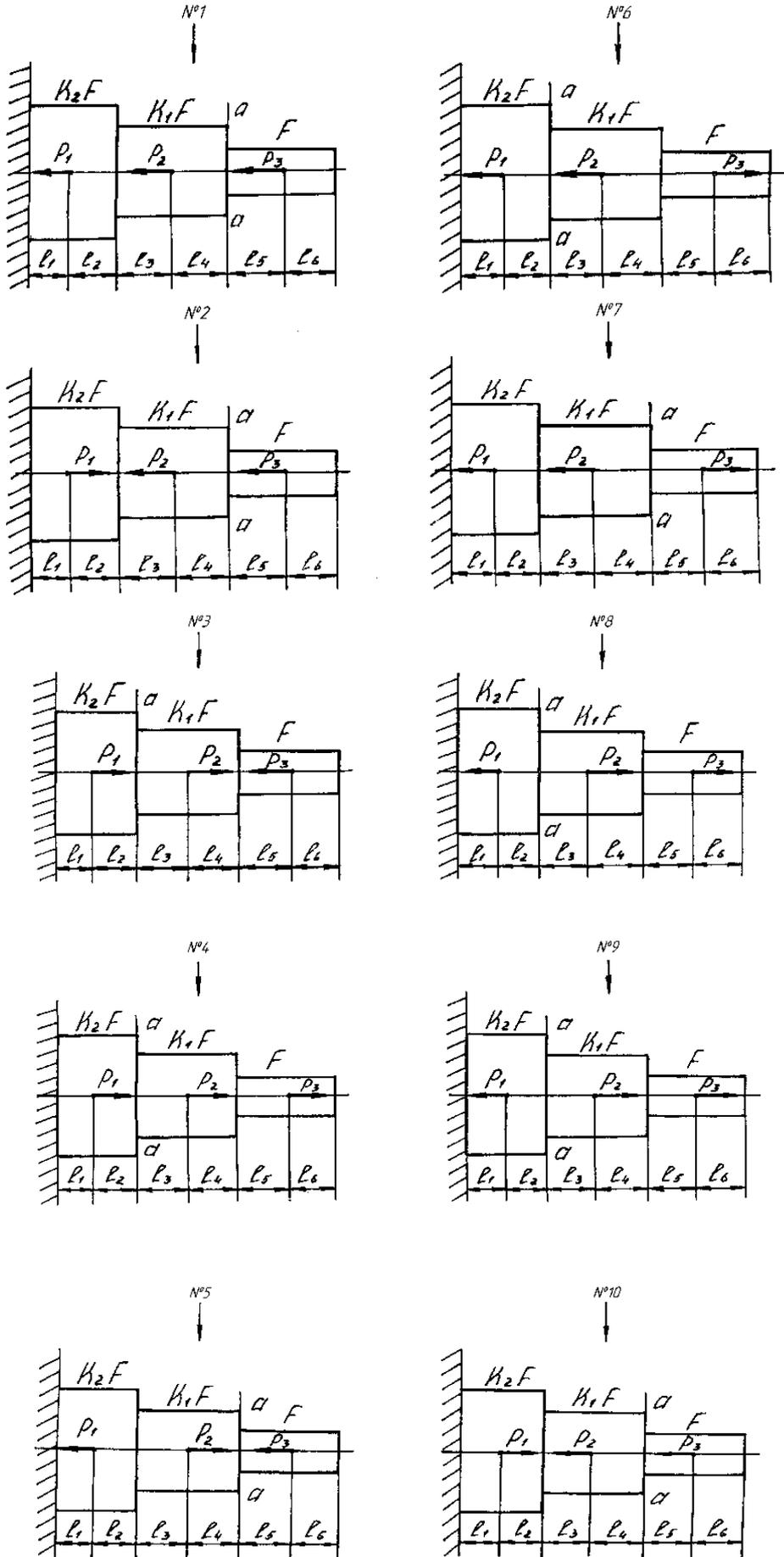
1. Вычертить расчетную схему бруса с указанием численных значений приложенных нагрузок.
2. Определить продольные силы и построить эпюру продольных сил.
3. Задавшись коэффициентом запаса прочности, вычислить допускаемые напряжения (материал бруса – сталь 3, $E=2 \times 10^5$ МПа, $\sigma_T=240$ МПа).
4. Из условия прочности найти площади поперечных сечений для всех участков бруса.
5. Вычислить нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса и построить эпюру нормальных напряжений.
6. Определить аналитически нормальное и касательное напряжения в опасном сечении на площадке, расположенной под углом α к нормальной.
7. Определить полное перемещение свободного конца бруса и построить эпюру перемещений.

Данные для расчета приведены в таблице 2, расчетная схема на рис. 2.

Таблица 2

Алфавит	ГРАФЫ												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	№сх.	$P_1, \text{кН}$	$P_2, \text{кН}$	$P_3 \text{кН}$	K_1	K_2	$L_{1\text{м}}$	$L_{2\text{м}}$	$L_{3\text{м}}$	$L_{4\text{м}}$	$L_{5\text{м}}$	$L_{6\text{м}}$	α°
А,К,Ф	1	20	10	60	1,2	2	0,2	0,4	0,3	0,1	0,6	1	15
Б,Л,Х	2	25	15	50	1,3	1,9	0,3	0,5	0,2	0,4	0,5	0,8	30
В,М,Ц	3	30	20	40	1,4	1,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,4	0,9	45
Г,Н,Ч	4	35	25	20	1,5	1,7	0,8	0,3	0,1	0,6	0,4	0,7	60
Д,О,Ш	5	40	30	10	1,6	1,6	0,7	0,9	0,2	0,5	0,8	0,1	75
Е,П,Щ	6	45	35	40	1,7	1,5	0,5	0,7	0,3	0,4	0,1	0,2	75
Ё,Р,Ы	7	50	40	30	1,8	1,4	0,4	0,8	0,5	0,3	0,2	0,4	60
Ж,С,Э	8	55	45	25	1,9	1,3	0,1	0,3	0,4	0,6	0,5	0,9	45
З,Т,Ю	9	60	50	20	2	1,2	0,9	0,1	0,4	0,5	0,6	0,3	30
И,У,Я	10	65	55	15	2,1	1,1	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	15

Расчетные схемы к задаче №2



ЗАДАЧА № 3

Расчет вала на кручение.

Для заданного вала требуется:

1. Вычертить расчетную схему вала с указанием численных значений крутящих моментов.
2. Построить в выбранном масштабе эпюру крутящих моментов.
3. Определить диаметры отдельных его участков (из условия прочности вала на кручение), $a = 1$ м.

4. Произвести проверку вала на жесткость. Если условие жесткости не выполняется, то определить диаметр вала из условия жесткости.

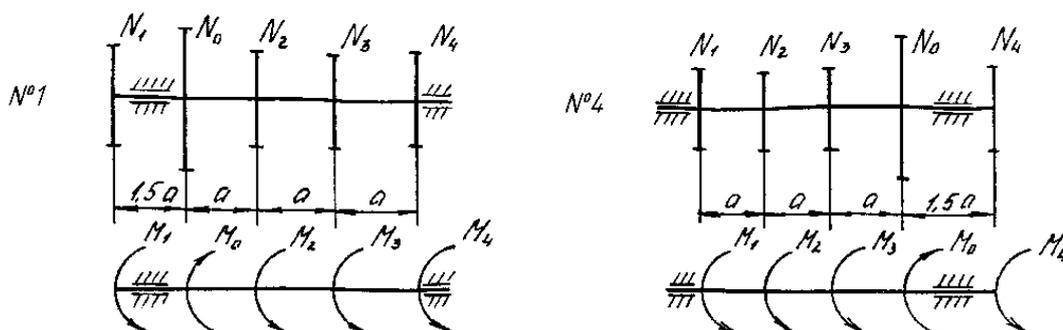
5. Построить эпюру углов закручивания, производя расчет углов от ведущего шкива.

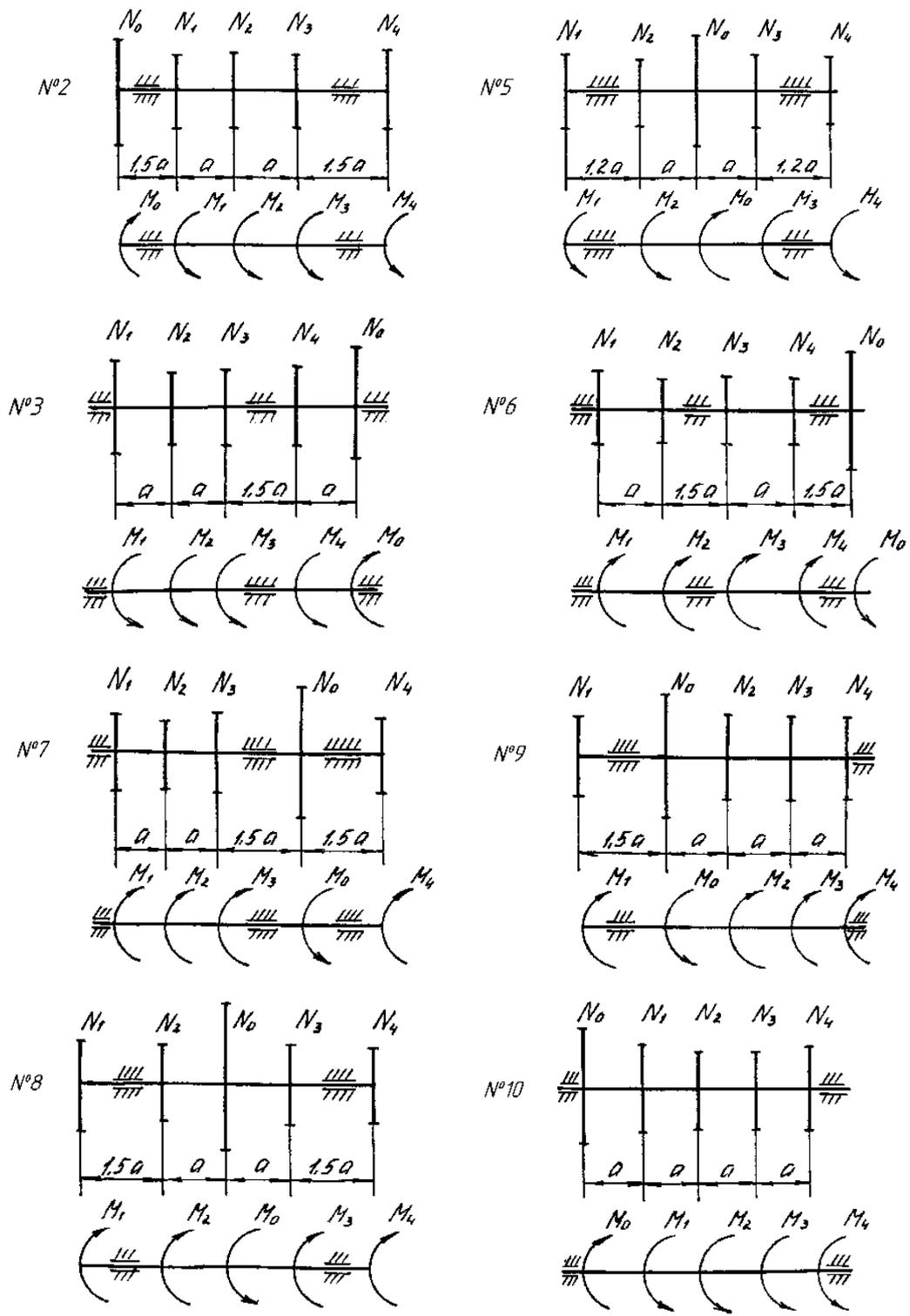
Данные в таблице 4.

Таблица 4

Алфавит	ГРАФЫ					
	0	1	2	3	4	5
	№ схемы	N_1 ; КВт	N_2 ; КВт	N_3 ; КВт	N_4 ; КВт	n ; об/мин
А,К,Ф	1	0,2	0,4	0,3	0,1	100
Б,Л,Х	2	0,1	0,5	0,8	0,4	200
В,М,Ц	3	0,5	0,7	0,3	0,2	300
Г,Н,Ч	4	0,8	0,3	0,1	0,6	400
Д,О,Ш	5	0,3	0,4	0,6	0,5	500
Е,П,Щ	6	0,4	0,3	0,7	0,9	600
Ё,Р,Ы	7	1	1,4	1,6	2	700
Ж,С,Э	8	3,5	4	3	1	800
З,Т,Ю	9	0,9	2	1,5	4	900
И,У,Я	10	5	6,5	4	2	1000

Расчетные схемы к задаче №3





Задания к самостоятельной контрольной работе для оценки сформированности компетенции ПК-36 на этапе «Владения»:

ЗАДАЧА № 4

Расчет балки на изгиб.

Для заданной балки требуется:

1. Построить в масштабе эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
2. Из расчета на прочность подобрать двутавровое, круглое и прямоугольное

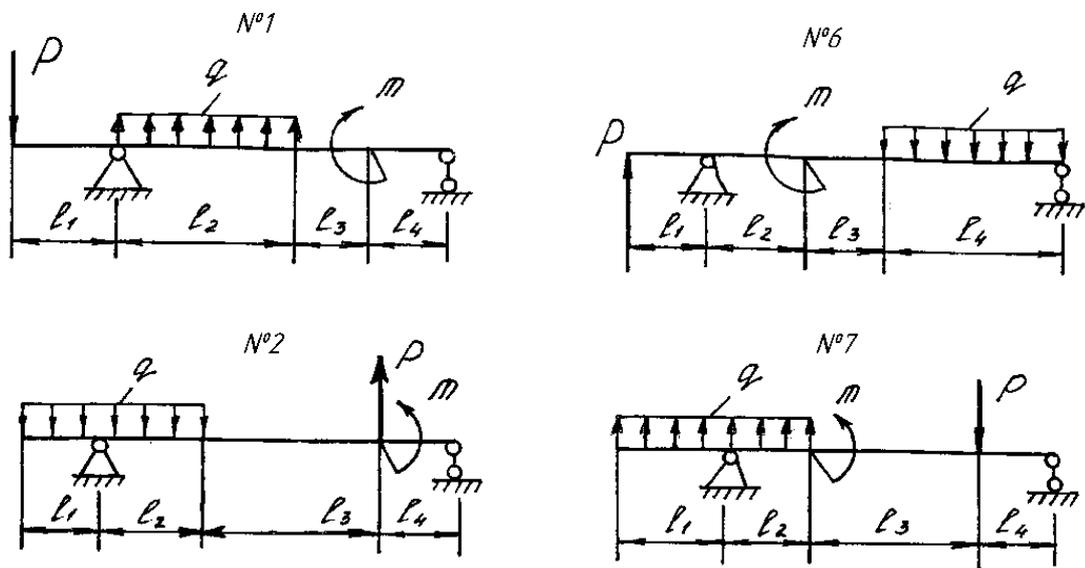
сечения (положив для прямоугольного сечения отношение высоты к ширине $v/h=2$) и сравнить массу одного метра длины каждого профиля, если материал балки – сталь 3, $[\sigma] = 160$ МПа, $E = 2 \times 10^5$ МПа.

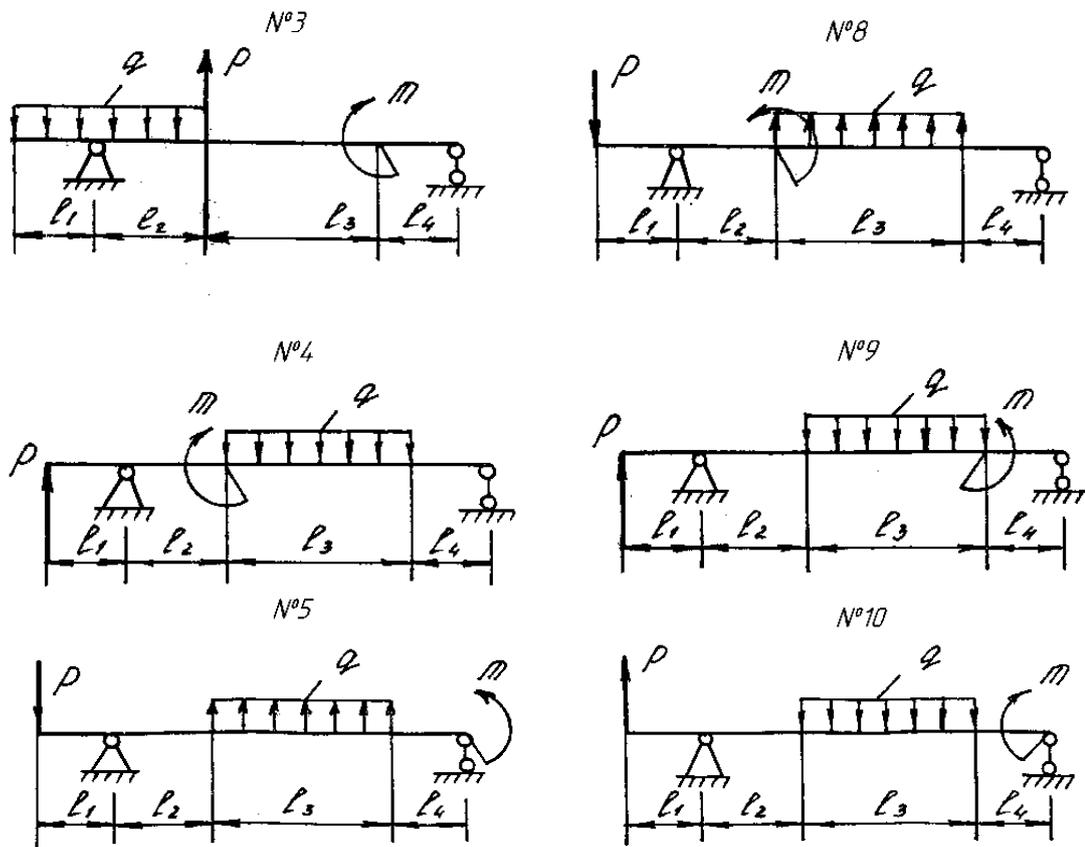
Данные для расчета приведены в таблице 5.

Таблица 5

Алфавит	ГРАФЫ							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	№ сх.	q; кН/м	P; кН	m; кН×м	L ₁ ; м	L ₂ ; м	L ₃ ; м	L ₄ ; м
А, К, Ф	1	20	100	15	0,5	0,6	0,4	0,6
Б, Л, Х	2	25	80	20	0,8	0,2	0,4	0,5
В, М, Ц	3	30	70	22	0,3	0,5	0,8	0,1
Г, Н, Ч	4	35	90	24	0,9	0,2	0,4	0,5
Д, О, Ш	5	40	60	30	0,2	0,4	0,6	0,7
Е, П, Щ	6	45	50	32	0,9	0,5	0,3	0,1
Ё, Р, Ы	7	50	30	36	2	1,5	1	0,6
Ж, С, Э	8	55	20	40	2,5	1,2	0,8	0,4
З, Т, Ю	9	60	120	44	2,8	1,4	1,2	0,4
И, У, Я	10	70	40	50	3	2,2	0,8	1,4

Расчетные схемы к задаче №4





ЗАДАЧА № 5

Расчет бруса на совместное действие изгиба и кручения.

Определить, применив 3-ю теорию прочности, требуемый диаметр стального вала трансмиссии. Вал делает n об/мин. и передает мощность N кВт. Диаметры шкивов $D_1 = 0,4$ м; $D_2 = 0,8$ м; $a = 1$ м; $[\sigma] = 80$ МПа. На рис.6 T_1 ; T_2 ; t_1 ; t_2 – натяжение ветвей ременных передач, причем, $T_1 = 2t_1$; $T_2 = 2t_2$.

Данные для расчета приведены в таблице 6.

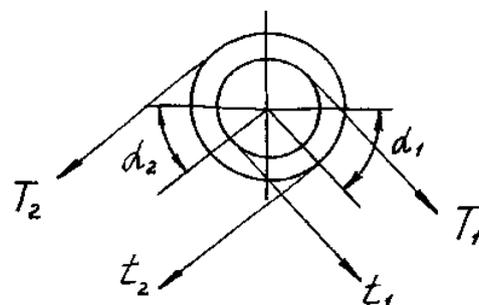
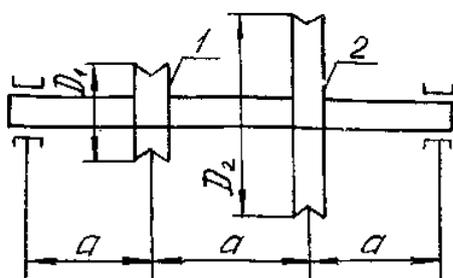
Для заданного бруса требуется:

1. Определить моменты, приложенные к шкивам по заданным величинам N и n .
2. Построить эпюру крутящего момента M_k .
3. Определить окружные усилия t_1 , T_1 , t_2 , T_2 , действующие на шкивы по найденному моменту и заданным диаметрам шкивов D_1 и D_2 .
4. Определить давления на вал F_1 и F_2 со стороны шкивов.
5. Определить силы, изгибающие вал в горизонтальной и вертикальной плоскостях.
6. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной плоскости M_x и в горизонтальной плоскости M_y .
7. Построить эпюру суммарных изгибающих моментов $M_{изг}$.
8. По эпюрам M_k и $M_{изг}$ найти опасное сечение и определить величину максимального расчетного момента по третьей теории прочности.
9. Подобрать диаметр вала и округлить его величину до стандартного ряда.

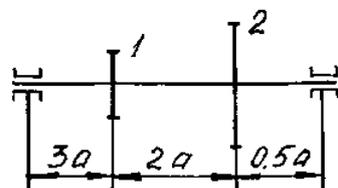
Таблица 6

Алфавит	ГРАФЫ				
	0	1	2	3	4
	№ схемы	N; кВт	n; об/мин	α_1	α_2
А,К,Ф	1	20	500	0	120
Б,Л,Х	2	15	600	30	300
В,М,Ц	3	25	700	60	240
Г,Н,Ч	4	40	800	180	210
Д,О,Ш	5	35	400	135	270
Е,П,Щ	6	30	900	270	135
Ё,Р,Ы	7	18	300	210	180
Ж,С,Э	8	24	1000	240	60
З,Т,Ю	9	32	450	300	30
И,У,Я	10	50	750	120	0

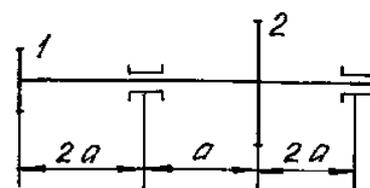
Расчетные схемы к задаче №5



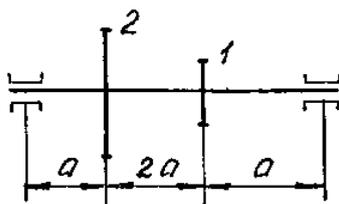
№1



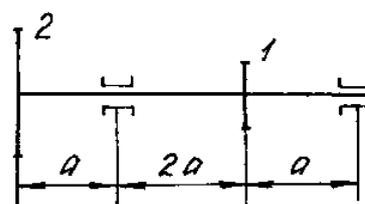
№6



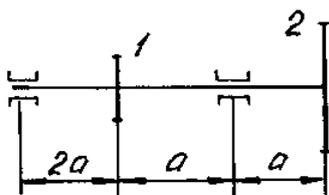
№2



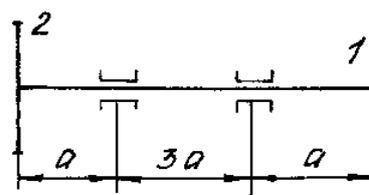
№7

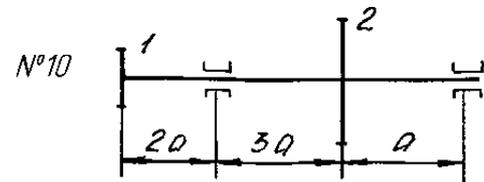
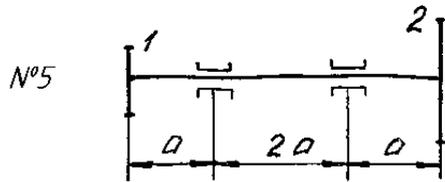
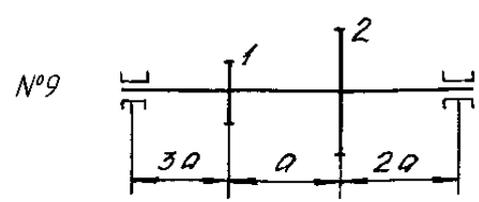
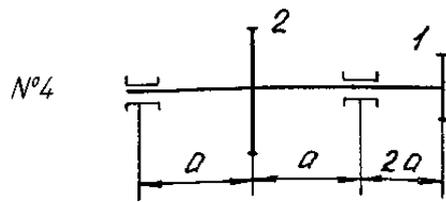


№3



№8





ЗАДАЧА № 6

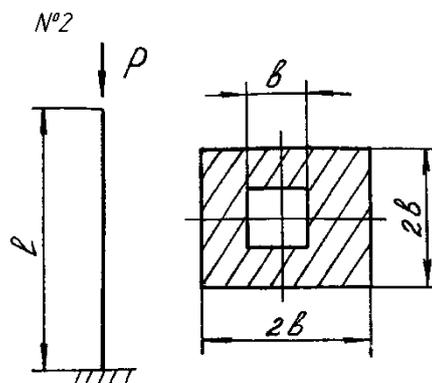
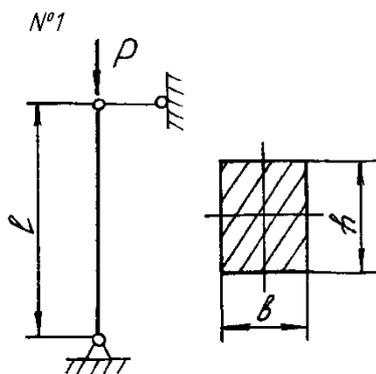
Расчет на устойчивость

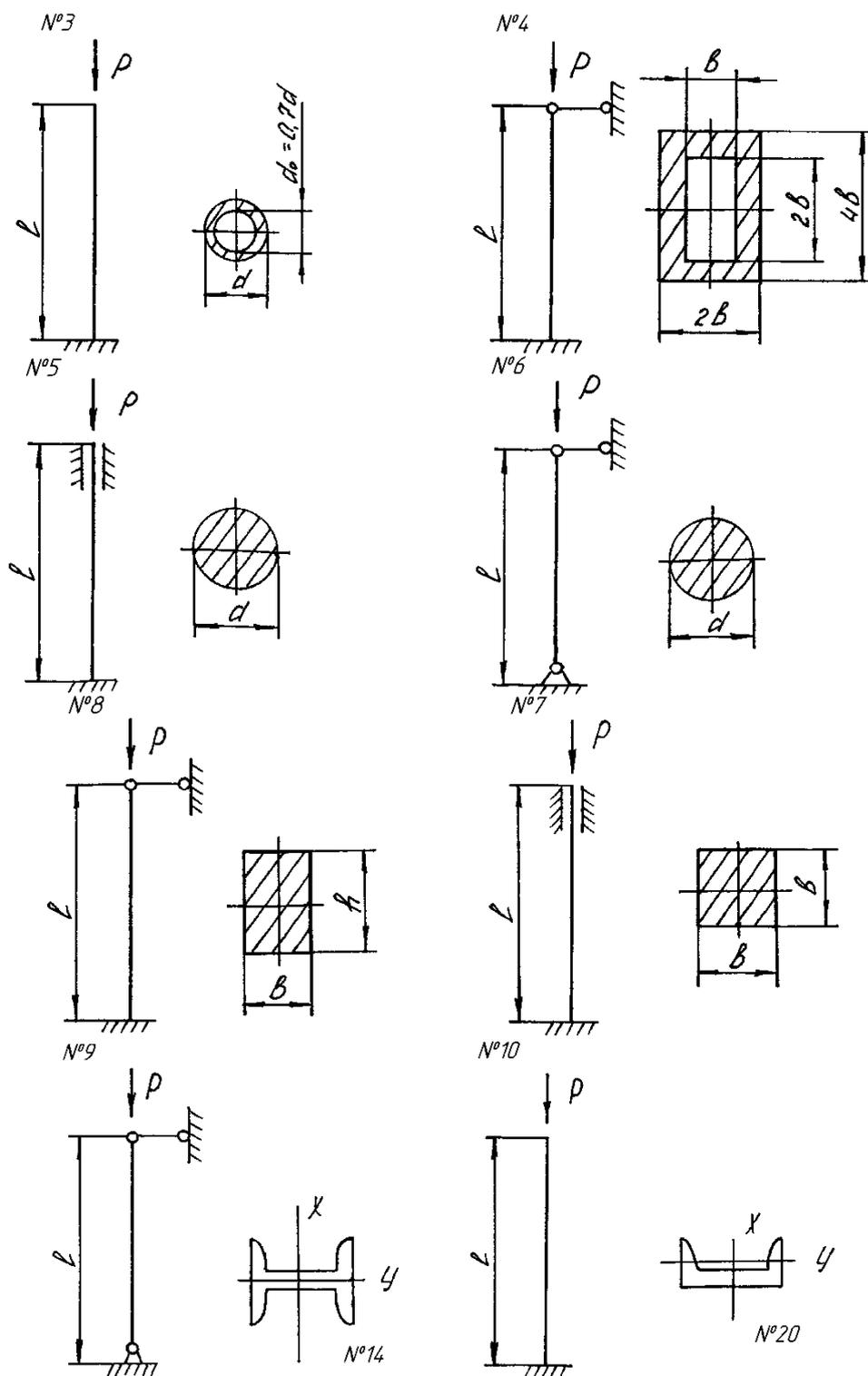
Для стойки (рис. 7) определить допускаемое значение сжимающей силы при заданной величине $[n_y]$. Материал стойки сталь 3. Размеры поперечного сечения стойки: $b = 0,04$ м; $h = 0,06$ м; $d = 0,05$ м. Остальные значения приведены в таблице 7.

Таблица 7

Алфавит	ГРАФЫ		
	0	1	2
	№ схемы	L, м	$[n_y]$
А, К, Ф	1	2	2,5
Б, Л, Х	2	2,5	3
В, М, Ц	3	3	2,2
Г, Н, Ч	4	1,5	2
Д, О, Ш	5	4	2,6
Е, П, Щ	6	3,5	3,2
Ё, Р, Ы	7	4,2	2,3
Ж, С, Э	8	3,4	3,2
З, Т, Ю	9	2,8	2
И, У, Я	10	4,5	2,1

Расчетные схемы к задаче №6





Вопросы к защите самостоятельной контрольной работы.

1. Сформулируйте закон Гука при осевом растяжении – сжатии.
2. Перечислите правила построения эпюр внутренних сил, напряжений и перемещений.
3. Как определяются опасные сечения?
4. Три типа задач из условия прочности для осевого растяжения сжатия.
5. Опишите порядок нахождения главных центральных осей сложного составного сечения.
6. Запишите условие прочности при кручении.

7. Сформулируйте три типа задач из условия прочности при кручении.
8. Как определяются углы закручивания вала?
9. В чем состоит расчет на жесткость валов круглого сечения?
10. Дайте определение полярным моментам инерции и сопротивления вала.
11. Изобразите виды опорных закреплений балок
12. Как определяются реакции в опорах при изгибе?
13. Какие внутренние силовые факторы возникают в сечениях балки при плоском изгибе?
14. Запишите условия прочности при плоском изгибе.
15. Какие геометрические характеристики определяют напряжения и перемещения при изгибе?
16. Запишите дифференциальные зависимости при изгибе.
17. Объясните формулу Эйлера и предел ее применимости.
18. Когда применяется зависимость Ясинского при продольном изгибе?
19. Как определяются критические напряжения при продольном изгибе?
20. Запишите порядок расчёта сжатых стержней на устойчивость.

Перечень вопросов к экзамену.

1. Наука о сопротивлении материалов. Изучаемые объекты.
2. Расчетная схема. Упрощения, вводимые в геометрию реального объекта. Классификация внешних нагрузок.
3. Основные гипотезы науки о сопротивлении материалов.
4. Внутренние силы. Методы сечений. Эпюры.
5. Напряжения в сечениях.
6. Деформации и перемещения.
7. Построение эпюр продольных сил. Пример. Контроль правильности построенной эпюры.
8. Построение эпюр крутящих моментов. Пример. Контроль правильности построенной эпюры.
9. Балки и опоры. Определение опорных реакций.
10. Внутренние силы при плоском поперечном изгибе. Дифференциальная зависимость между M , Q , q .
11. Построение эпюр O_y , M_x в балках. Пример. Контроль правильности построенных эпюр.
12. Статические моменты. Центр тяжести.
13. Моменты инерции плоских фигур. Моменты инерции сложных фигур.
14. Момент инерции относительно параллельных осей.
15. Зависимость между моментами инерции при повороте координатных осей.
16. Определение направления главных осей. Главные моменты инерции.
17. Вычисление моментов инерции сечений простой формы: прямоугольного, треугольного, круга.
18. Понятие о радиусе инерции и эллипсе инерции.
19. Порядок расчета моментов инерции сложных сечений.
20. Напряжения и деформации (продольные и поперечные) при растяжении и сжатии. Закон Гука.

21. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Механические характеристики материалов.
22. Напряжение в сечениях наклонных к оси стержня.
23. Допускаемые напряжения. Три типа расчетов на прочность.
26. Сдвиг. Понятие о деформации сдвига. Поперечная сила и касательное напряжение при сдвиге.
27. Чистый сдвиг. Анализ напряженного состояния.
28. Закон Гука. Связь между E , G , μ .
29. Проверка прочности и допускаемое напряжение при чистом сдвиге.
30. Расчет заклепочных и болтовых соединений.
31. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Определение напряжений и деформации.
32. Анализ напряженного состояния. Разрушение при кручении.
33. Расчет на прочность и жесткость при кручении.
34. Концентрация напряжений при кручении.
35. Прямой чистый изгиб. Определение нормальных напряжений.
36. Нормальные и касательные напряжения при плоском поперечном изгибе. Формула Журавского.
37. Три типа расчетов на прочность при изгибе. Рациональные формы поперечных сечений балок.
38. Линейные и угловые перемещения при изгибе. Метод начальных параметров.
39. Изгиб с кручением бруса, круглого поперечного сечения. (Пример).
40. Понятие об устойчивости сжатых стержней. Формула Эйлера для определения критической силы. Влияние способов закрепления концов стержня на величину критической силы.
41. Предел применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского.
42. Практические расчеты стержней на устойчивость.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинг-план для очной формы

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			минимальный	максимальный
Модуль 1			0	35
Текущий контроль			0	20
Контрольный срез (тесты) по разделам 1,2,3, 4,	5	1	0	5
Письменная контрольная работа	5	1	0	5
Защита лабораторных работ №1, №2, №3, №4	2	4		8
Рубежный контроль			0	15
Самостоятельная контрольная работа: задачи №1, №2, №3	5	3	0	15
Модуль 2			0	35
Текущий контроль			0	20
Контрольный срез (тесты) по разделам 5, 6, 7, 8	5	1	0	5

Письменная контрольная работа	5	1	0	5
Защита лабораторных работ №5, №6, №7, №8, №9	2	5		10
Рубежный контроль			0	15
Самостоятельная контрольная работа: задача №4, №5, №6	5	3	0	15
Поощрительные баллы			0	10
Решение задачи у доски на практическом занятии	1	5	0	5
Решение домашних задач	1	5	0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	0
2. Посещение практических (семинар, лаборатор.) занятий			0	- 10
Итоговый контроль				
Экзамен				30

Рейтинг-план для заочной формы

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			минимальный	максимальный
Модуль 1			0	35
Текущий контроль			0	20
Контрольный срез (тесты) по разделам 1,2,3, 4,	7	1	0	7
Письменная контрольная работа	4	1	0	4
Защита лабораторных работ №1, №2, №3	3	3		9
Рубежный контроль			0	15
Самостоятельная контрольная работа: задачи №1, №2, №3	5	3	0	15
Модуль 2			0	50
Текущий контроль			0	20
Контрольный срез (тесты) по разделам 5, 6, 7, 8	5	1	0	5
Письменная контрольная работа	3	1	0	3
Защита лабораторных работ №4, №5, №6, №7	3	4		12
Рубежный контроль			0	15
Самостоятельная контрольная работа: задача №4, №5, №6	5	3	0	15
Поощрительные баллы			0	10
Решение задачи у доски на практическом занятии	5	1	0	5
Решение домашних задач	1	5	0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	0
2. Посещение практических (семинар, лаборатор.) занятий			0	- 10
Итоговый контроль				
Экзамен				30

Объем и уровень сформированности компетенций целиком или на различных этапах у обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80 - 100%; «удовлетворительно» – выполнено 40 - 80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0 - 40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

Рейтинговый балл = $k \times$ Максимальный балл,

где $k = 0,2$ при уровне освоения «неудовлетворительно», $k = 0,4$ при уровне освоения «удовлетворительно», $k = 0,8$ при уровне освоения «хорошо» и $k = 1$ при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов БашГУ:

На экзамене и дифференцированном зачете выставляется оценка:

- отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,
- удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,
- неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная учебная литература:

1. Вольмир А.С. Сопротивление материалов : учеб. для студ. вузов / А. С. Вольмир, Ю. П. Григорьев, А. И. Станкевич ; под ред. Д.И. Макаревского. – М.: Дрофа, 2007. – 591с. – 41 экз.
2. Степин П.А. Сопротивление материалов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 320 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/3179#authors> (20.08.18).

Дополнительная учебная литература:

1. Белобородова Т.Г. Геометрические характеристики плоских сечений: Методические рекомендации по изучению темы курса «Сопротивление материалов». – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2015. – 38 с. – 37 экз.
2. Винокуров А.И. Сборник задач по сопромату. М.: Высшая школа, 1990. – 382с. – 20 экз.
3. Сопротивление материалов: учеб. для вузов / Г.Д. Межецкий [и др.] – М.: Дашков и К, 2008. – 416с. – 20 экз.
4. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г. С., Яковлев А.П., Матвеев В.В./ отв. ред. Писаренко Г.С. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1988. – 736с. – 13 экз.

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

№	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
1.	Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM, договор с ООО «ЗНАНИУМ» № 3151эбс от 31.05.2018	До 03.06.2019

2.	Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» (коллекция книг для СПО), договор от 31.05.2018.	До 02.06.2019
3.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online», договор с ООО «Нексмедиа» № 847 от 29.08.2017	До 01.10.2018
4.	Электронно-библиотечная система издательства «Лань», договор с ООО «Издательство «Лань» № 838 от 29.08.2017	До 01.10.2018
5.	База данных периодических изданий (на платформе East View EBSCO), договор с ООО «ИВИС» № 133-П 1650 от 03.07.2018	До 31.06.2019
6.	База данных периодических изданий на платформе Научной электронной библиотеки (eLibrary), Договор с ООО «РУНЭБ» № 1256 от 13.12.2017	До 31.12.2018
7.	Электронная база данных диссертаций РГБ, Договор с ФГБУ «РГБ» № 095/04/0220 от 6 дек. 2017 г.	До 07.12.2018
8.	Национальная электронная библиотека, Договор с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438 от 13 апр. 2016 г.	Бессрочный
9.	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ», договор с ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014	Бессрочный

№	Адрес (URL)	Описание страницы
1.	http://sdo.strbsu.ru/course/view.php?id=1008	Белобородова Т.Г. Сопротивление материалов. Электронный учебный курс.
2.	http://www.soprotmat.ru/	Каримов И. Сопротивление материалов: электронный учебный курс.
3.	http://www.toehelp.ru/theory/sopromat/	Лекции по сопротивлению материалов

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Наименование программного обеспечения
Office Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc
Microsoft Windows 7 Standard
Программный комплекс Columbus "Сопротивление материалов. Виртуальные лабораторные работы"

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося

Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, 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, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: расчетная схема, внешние силы, внутренние усилия, виды напряженно-деформированного состояния тела: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб; напряжение, деформация, эпюры внутренних усилий, условия прочности, условия жесткости, механические характеристики материалов: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности; устойчивое и неустойчивое равновесие, критическая сила, гибкость стержня, условие устойчивости. Работа с электронным учебным курсом «Сопrotивление материалов» размещенным на сайте дистанционного обучения СФ БашГУ: прохождение лекций, просмотр учебного видео, работа с глоссарием, справочной литературой.</p>
Практические занятия	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение расчетно-графических заданий из СКР, решение домашних задач, работа над ошибками письменных контрольных работ, решений домашних заданий.</p>
Самостоятельная контрольная работа / индивидуальные задания	<p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Работа с электронным учебным курсом «Сопrotивление материалов» размещенным на сайте дистанционного обучения СФ БашГУ: прохождение лекций, просмотр учебного видео, получение задания к СКР, работа со справочной литературой.</p>
Лабораторная работа	<p>До выполнения лабораторной работы рекомендуется повторить материал лекционного занятия, выявить вопросы или затруднительные моменты и обсудить эти вопросы с преподавателем на занятии. Методические указания по выполнению лабораторных работ выдаются преподавателем перед занятием. Также методические указания по выполнению лабораторных работ и вопросы к защите лабораторных работ представлены в электронном учебном курсе «Сопrotивление материалов» размещенном на сайте дистанционного обучения СФ БашГУ.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу. Так же необходима работа с электронным учебным курсом «Сопrotивление материалов» размещенным на сайте дистанционного обучения СФ БашГУ: прохождение лекций, просмотр учебного видео, работа с глоссарием, справочной литературой.</p>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лаборатория гидравлики и теплотехники. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций № 10	Учебная мебель, доска, экран, оборудование для проведения лабораторных работ
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций № 11	Доска, учебная мебель.
Лаборатория материаловедения. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций № 29	Учебная мебель, доска, проектор, экран, оборудование для проведения лабораторных работ
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций № 38	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Кабинет курсового проектирования (выполнения курсовых работ) № 12а	Учебная мебель
Читальный зал: помещение для самостоятельной работы № 144	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры