

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧОУ ВО МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ РЫНКА

Кафедра прикладной математики и эконометрики

СОГЛАСОВАНО
Начальник Учебно-методического
управления

«07» 09 2016 г
А.А.Бодров

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной
работе

«07» 09 2016 г
С.Н.Перов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕХАНИКА
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ))

Направление подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Профиль подготовки Городской кадастр

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методической комиссии «06» сентября 2016 г.

Руководитель образовательной программы Е.А. Кукольников

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной математики и эконометрики

«05» 09 2016 года (протокол № 1)

Зав. кафедрой В.И. Дровяников

г. Самара – 2016 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика (сопротивление) материалов является частью более общей науки – механики твердого деформируемого тела, в которую входят: теория упругости, теории пластичности и ползучести, теория сооружений, строительная механика, механика разрушения и др. Задачей механики (сопротивления) материалов является изучение методов расчета простейших элементов конструкций и деталей машин на прочность, жесткость и устойчивость.

Одной из основных задач высших учебных заведений является создание крепкого фундамента знаний для дальнейшей практической работы будущего молодого специалиста.

Изучение студентами курса механики совместно с другими естественнонаучными дисциплинами составляет фундаментальную основу для теоретической подготовки специалистов указанного выше профиля и является базой для их успешной деятельности, которая, как правило, связана с решением различных технических задач.

Студенты, приступающие к изучению предмета, должны обладать знаниями по физике в пределах вузовской программы.

Освоение дисциплины направлено на достижение следующих целей:

- изучение простых приемов расчета на прочность и жесткость типичных, наиболее часто встречающихся элементов конструкций;
- умение оценить работоспособность и практическую пригодность рассматриваемой конструкции, а также навыкам методического подхода к решению задач с использованием теории сопротивления материалов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Данная учебная дисциплина входит в состав вариативной части Б1.В.ОД дисциплин учебного плана направления подготовки. Для усвоения дисциплины необходимы знания, полученные в результате освоения курсов «Физика», «Математика».

Знания и умения, усвоенные студентами в процессе изучения дисциплины, необходимы в качестве основы для освоения иных технических дисциплин, например, таких как – «Основы строительного дела», «Материаловедение»

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Механика» способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС-3+ по данному направлению подготовки ВО:

а) профессиональных:

способностью использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- 1.1. сущность метода сечений;
- 1.2. геометрические характеристики поперечных сечений стержня;
- 1.3. расчетные формулы напряжений и деформаций для различных случаев нагружения стержня, условия прочности и жесткости;
- 1.4. механические свойства и характеристики материалов, их определение;

уметь:

2.1. определять внутренние силовые факторы при различных случаях нагружения стержней и строить их эпюры;

2.2. производить расчет на прочность и жесткость элементов машин и сооружений;

2.3. выбирать материал в зависимости от характера нагружения и эксплуатации деталей.

владеть:

3.1. методом расчета статически неопределимых конструкций.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов:

для заочной формы обучения 5 лет: 4 – лекции, 8 – практические занятия, 87 – самостоятельная работа, 9 - экзамен.

4.1 Структура учебной дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины и виды учебной работы	Форма обучения	Всего часов/ЗЕТ	Семестры			
			заочная - 4			
			Количество часов в семестр			
Общая трудоемкость дисциплины	заочная	108/3	108/3			
Аудиторные занятия	заочная	12	12			
Лекции	заочная	4	4			
Практические занятия	заочная	8	8			
Внеаудиторная работа	заочная	87	87			
Вид итогового контроля - экзамен	заочная	9	9			

4.2 Содержание учебной дисциплины (по разделам)

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
				Лекции	Прак. работы	Лаборат. раб оты	Внеаудит. работа	
				заочная	заочная	заочная	заочная	
1	Тема 1. Сопротивление материалов. Основные понятия. Расчет статически определимых стержневых систем	4	1,2	0,5			12	Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу.
2	Тема 2. Геометрические характеристики сечений	4	3,4	1	2		12	Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. Отчёт по выполненным работам
3	Тема 3. Центральное растяжение - сжатие	4	5-8	1	2		12	Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. Отчёт по выполненным работам
4	Тема 4. Сдвиг и кручение. Изгиб	4	9-12	1,5	4		12	Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу. Отчёт по выполненным работам
5	Тема 5. Сложное сопротивление, расчет по теориям прочности	4	13,14				13	Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу.
6	Тема 6. Перемещения при изгибе	4	15,16				13	Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
				Лекции	Прак. работы	Лаборат.раб оты	Внеаудит. работа	
				заочная	заочная	заочная	заочная	
7	Тема 7. Расчет статически неопределимых стержневых систем	4	17,18				13	Устный опрос. Проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу.
Форма промежуточной аттестации – экзамен								

4.3. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Тема 1. Сопротивление материалов. Основные понятия. Расчет статически определимых стержневых систем	Задачи и методы сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Напряжения. Перемещения и деформации. Закон Гука.
2	Тема 2. Геометрические характеристики сечений	Геометрические характеристики поперечных сечений стержня. Статические моменты и центр тяжести. Моменты инерции сечения. Полярный момент сечения. Главные оси и главные моменты инерции. Радиус инерции.
3	Тема 3. Центральное растяжение - сжатие	Эпюры внутренних усилий при растяжении – сжатии. Напряжения при растяжении – сжатии призматических стержней. Расчёт на прочность. Понятие о концентрации напряжений, принцип Сен-Венана. Определение деформаций и перемещений. Напряжённое состояние при растяжении – сжатии. Подбор сечений с учетом собственного веса. Деформации при действии собственного веса.
4	Тема 4. Сдвиг и кручение. Изгиб	Сдвиг. Кручение стержней с круглым поперечным сечением. Расчёт валов на прочность и жёсткость. Потенциальная энергия деформации при кручении. Прямой поперечный изгиб. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями при изгибе.
5	Тема 5. Сложное сопротивление, расчет по теориям прочности	Косой изгиб. Внецентренное растяжение - сжатие. Ядро сечения. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Главные напряжения при изгибе. Элементы рационального проектирования простейших систем.
6	Тема 6. Перемещения при изгибе	Устойчивость стержней. Формула Эйлера. Составные балки и перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение прямого изгиба призматического стержня. Продольно-поперечный изгиб.
7	Тема 7. Расчет статически неопределимых стержневых систем	Статически неопределимые системы. Метод сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил. Расчет статически неопределимых стержневых систем по методу предельного равновесия.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины используются следующие формы учебной работы:

- лекции – традиционные лекции, сопровождающиеся демонстрацией компьютерных презентаций и видеоматериалов;
- практические занятия - обсуждение лекционного материала, решение задач, консультирование преподавателем по теоретическим и практическим аспектам дисциплины, вопросам подготовки рефератов;
- внеаудиторная работа обучающихся - усвоение лекционного материала, изучение и усвоение материалов основной и дополнительной литературы по дисциплине, подготовка к практическим занятиям, выполнение домашних заданий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний;
- текущий контроль успеваемости – проверочные, контрольные работы, устные опросы, проверка выполнения заданий на внеаудиторную работу;
- промежуточный контроль успеваемости – устный экзамен.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости включают в себя отчёт по выполненным работам, тесты по темам дисциплины.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины включают вопросы к экзамену.

Разнообразные оценочные средства направлены на выявление качества усвоенных знаний, степени сформированности компетенций, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом направления «Землеустройство и кадастры», учебным планом и рабочей программой дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Структура и содержание внеаудиторной работы
1	Тема 1. Сопротивление материалов. Основные понятия. Расчет статически определимых стержневых систем	Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Задачи и методы сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Напряжения. Перемещения и деформации. Закон Гука.
2	Тема 2. Геометрические характеристики сечений	Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Геометрические характеристики поперечных сечений стержня. Статические моменты и центр тяжести. Моменты инерции сечения. Полярный момент сечения. Главные оси и главные моменты инерции. Радиус инерции.
3	Тема 3. Центральное растяжение - сжатие	Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Эпюры внутренних усилий при растяжении – сжатии. Напряжения при растяжении – сжатии призматических стержней. Расчёт на прочность. Понятие о концентрации

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Структура и содержание внеаудиторной работы
		напряжений, принцип Сен-Венана. Определение деформаций и перемещений. Напряжённое состояние при растяжении – сжатии. Подбор сечений с учетом собственного веса. Деформации при действии собственного веса.
4	<i>Тема 4. Сдвиг и кручение. Изгиб</i>	Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Сдвиг. Кручение стержней с круглым поперечным сечением. Расчёт валов на прочность и жёсткость. Потенциальная энергия деформации при кручении. Прямой поперечный изгиб. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями при изгибе.
5	<i>Тема 5. Сложное сопротивление, расчет по теориям прочности</i>	Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Косой изгиб. Внецентренное растяжение - сжатие. Ядро сечения. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Главные напряжения при изгибе. Элементы рационального проектирования простейших систем.
6	<i>Тема 6. Перемещения при изгибе</i>	Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Устойчивость стержней. Формула Эйлера. Составные балки и перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение прямого изгиба призматического стержня. Продольно-поперечный изгиб.
7	<i>Тема 7. Расчет статически неопределимых стержневых систем</i>	Составление глоссария. Конспектирование вопросов: Статически неопределимые системы. Метод сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил. Расчет статически неопределимых стержневых систем по методу предельного равновесия.

Учебно-методическое обеспечение внеаудиторной работы обучающихся включает задания для контрольных заданий для студентов заочной формы обучения, рекомендованный перечень информационных источников, требования к выполнению работ.

Указанные оценочные средства и учебно-методическое обеспечение внеаудиторной работы представлены в методических рекомендациях для обучающихся по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», профилю «Городской кадастр» и методических рекомендациях по внеаудиторной работе обучающихся по направлению «Землеустройство и кадастры», профилю «Городской кадастр».

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература:

1. Механика : учебное пособие / В. Кушнаренко, Ю. Чирков, А. Ефанов и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 275 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259375>
2. Кушнаренко В., Чирков Ю., Ефанов А., Зурнаджан Н., Клещарева Г. Механика: учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2014. – 275 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=259375
3. Болтенкова О. М. , Давыдов О. Ю. , Егоров В. Г. , Ульшин С. В. Механика. Сопротивление материалов (теория и практика): учебное пособие. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. – 121 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=141640
4. Стородубцева Т.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие. – Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2013. – 220 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=143146
5. Костенко Н.А. , Балясникова С.В. , Волошановская Ю.Э. , Гулин М.А. , Русанова Е.М. Сопротивление материалов: учебное пособие. – М.: Директ-Медиа, 2014. – 485 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=226084
6. Синенко, Е.Г. Механика : учебное пособие / Е.Г. Синенко, О.В. Конищева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 236 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3184-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435839>

7.2. Дополнительная литература:

1. Александров А.В., Потапов В.Д. Сопротивление материалов. Учеб.- 4-е изд, испр.- М.: Высш. шк., 2004. – 560 с.
2. Александров А.В., Потапов В.Д. Сопротивление материалов. Учеб. - 3-е изд, испр.- М.: Высш. шк., 2003. - 560 с.
3. Бородин Н.А. Сопротивление материалов: Учеб. пособие.- 2-е изд, испр.- М.: Дрофа, 2001.- 288 с.
4. Долинский Ф.В. Краткий курс сопротивления материалов: Учеб. Пособие.- М.: Высшая школа, 1988.- 432 с.
5. Козырев, А.В. Механика : учебное пособие / А.В. Козырев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2012. - 136 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-4332-0028-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208680>
6. Заманова, Г.И. Механика и молекулярная физика : учебное пособие / Г.И. Заманова, Р.Р. Шафеев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 52 с. : ил. - ISBN 978-5-4475-3894-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272315>
7. Журавлев, В.Ф. Основы теоретической механики / В.Ф. Журавлев. - 3-е изд., перераб. - М. : Физматлит, 2008. - 304 с. - ISBN 978-5-9221-0907-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68411>

7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.elibrary.ru/>
1. <http://www.consultant.ru/>
2. <http://www.mpei.info/ucheba.php?idfile=2152>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются: учебные аудитории, оснащенные необходимой мебелью и учебной доской, мультимедийный проектор, ноутбук, экран, флипчарт, ПК.

Материально-техническое обеспечение самостоятельной работы обучающихся включает в себя библиотеку и библиотечные фонды, читальный зал, компьютерные классы с доступом в сеть Интернет, к электронным библиотечным системам, программным продуктам и информационным справочным системам.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОСЗ+ ВО по направлению «Землеустройство и кадастры»

Авторы:

А.В. Колпаков

Рецензент:

О.В. Кравченко, к.э.н., доцент

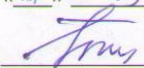
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ РЫНКА»

Кафедра прикладной математики и эконометрики

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой прикладной
математики и эконометрики

«07» 09 2016 г
 В.И. Дровяников

УТВЕРЖДАЮ
Начальник Учебно-методического
управления

«07» 09 2016 г
 А.А. Бодров

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Учебная дисциплина
МЕХАНИКА
(наименование дисциплины (модуля))

Для студентов заочной форм обучения

Направление 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Профиль «Городской кадастр»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Составитель:



А.В.Колпаков

г. Самара – 2016 г.

1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Задача 1. Для внецентренно сжатого короткого стержня с заданным поперечным сечением и точкой приложения силы требуется:

1. Определить площадь поперечного сечения и положение центра тяжести;
2. Определить моменты инерции и радиусы инерции относительно главных центральных осей;
3. Определить положение нулевой линии;
4. Определить грузоподъемность колонны (величину наибольшей сжимающей силы) из условия прочности по методу предельных состояний, приняв расчетные сопротивления материала при растяжении $R_p = 1$ МПа, при сжатии $R_c = 5$ МПа, коэффициент условий работы $\gamma_c = 1$;
5. Построить эпюру нормальных напряжений в поперечном сечении от действия найденной расчетной силы;
6. Построить эпюру напряжений в основании стержня с учетом его собственного веса. Высота стержня - H , объемный вес материала - γ ;
7. Построить контур ядра сечения.

Задача 2. Для балки, нагруженной силами, лежащими в плоскости, наклоненной под углом α к вертикальной оси, требуется:

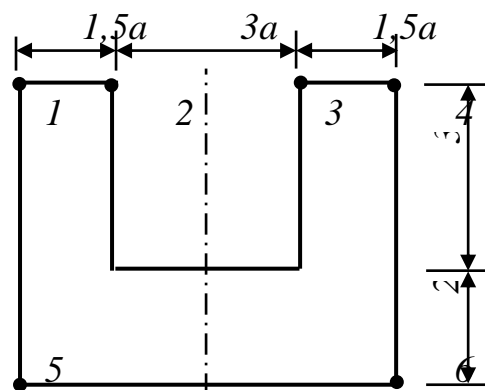
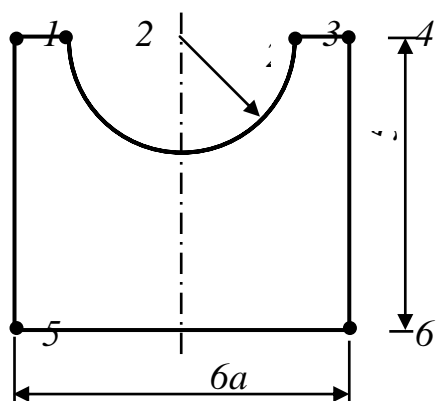
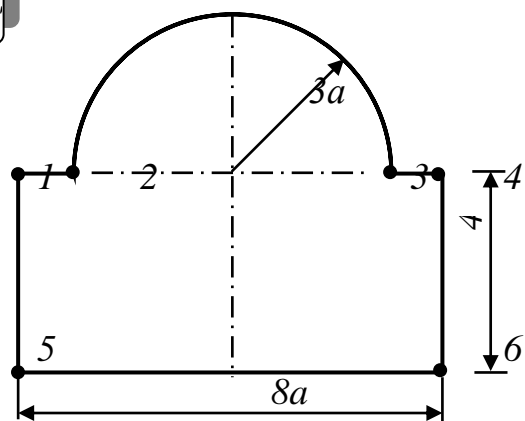
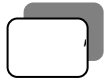
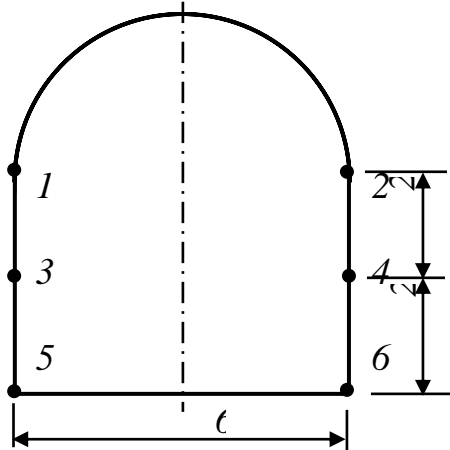
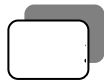
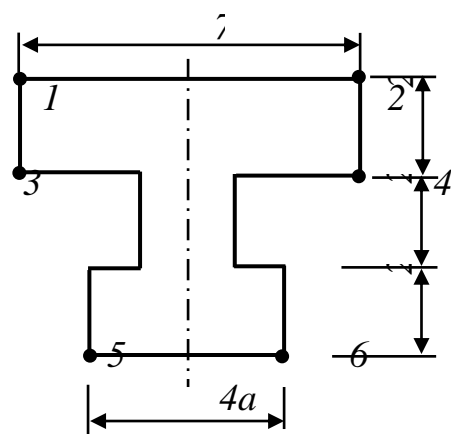
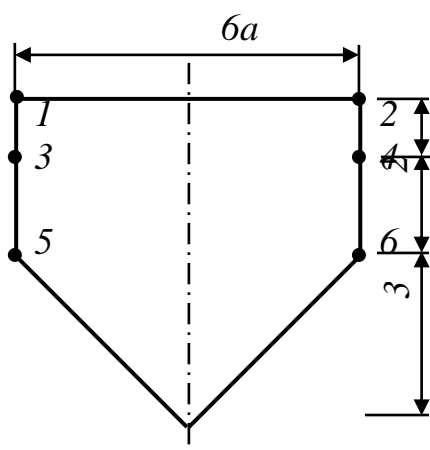
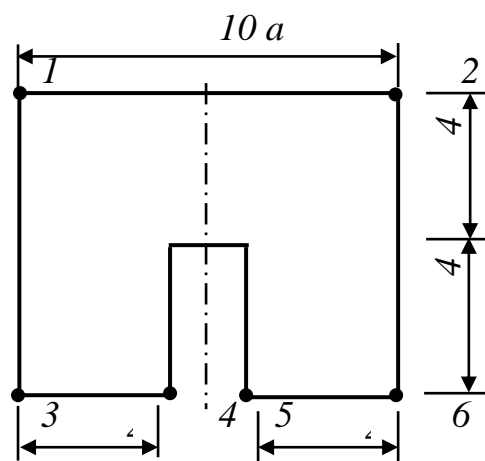
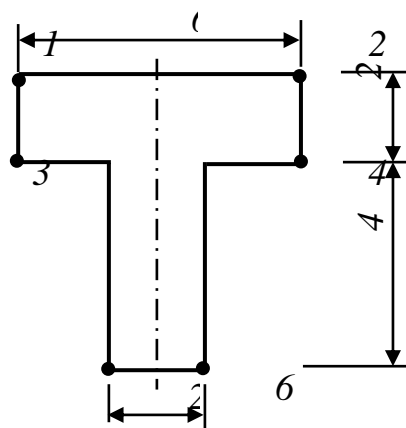
1. Построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил;
2. Подобрать сечение балки из стального прокатного двутавра, приняв расчетное сопротивление стали $R = 210$ МПа, коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$;
3. Построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении балки и проверить прочность.

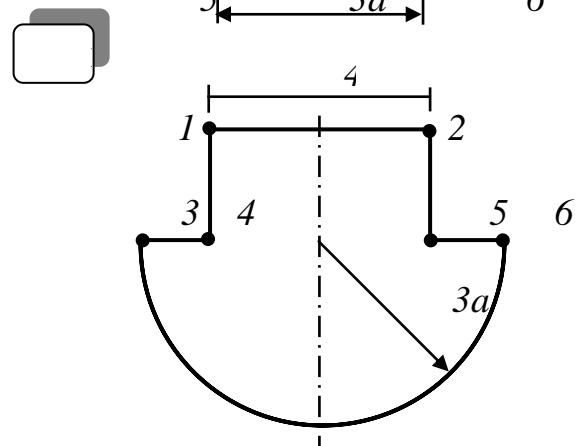
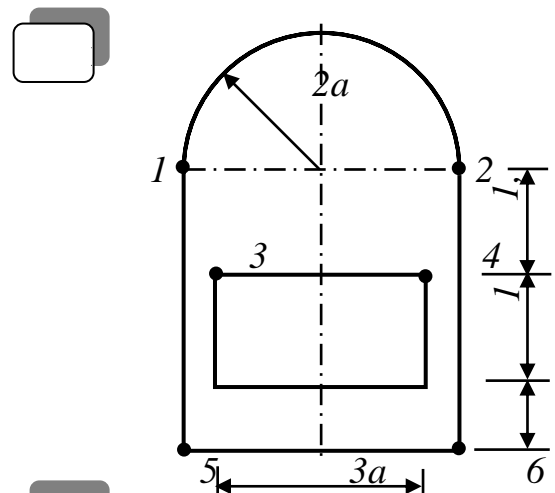
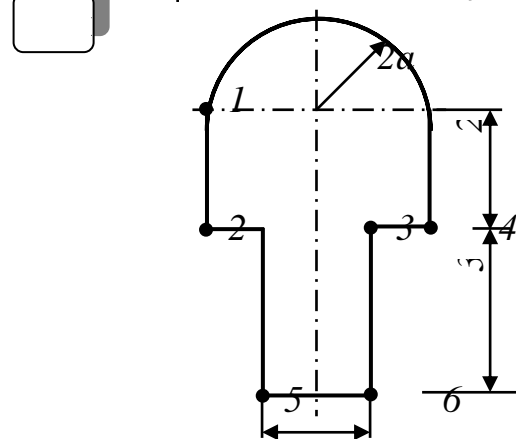
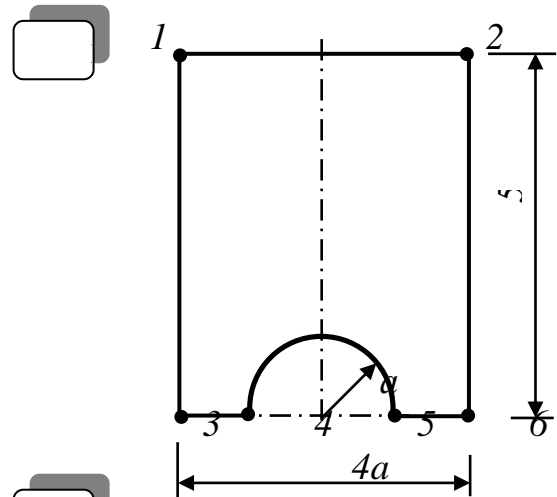
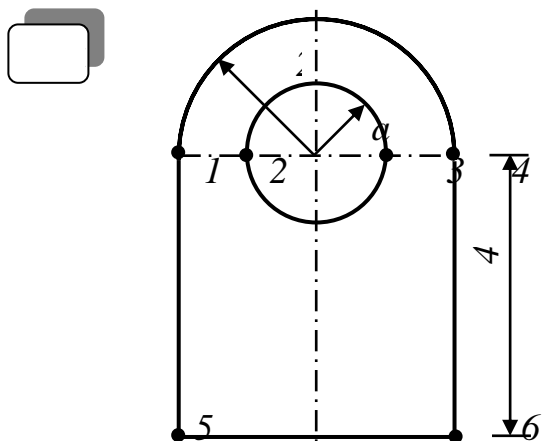
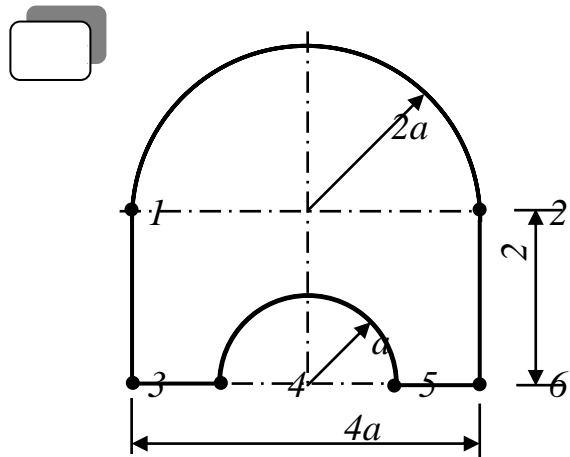
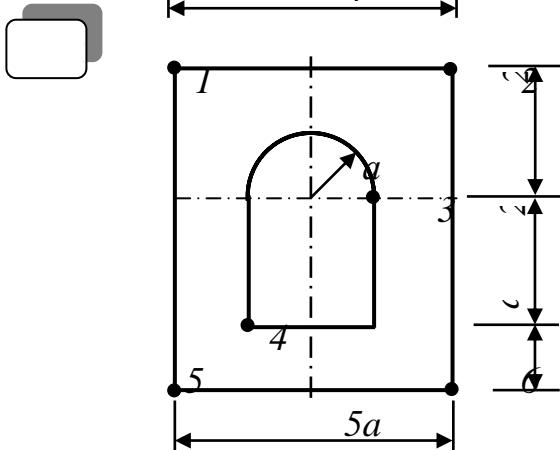
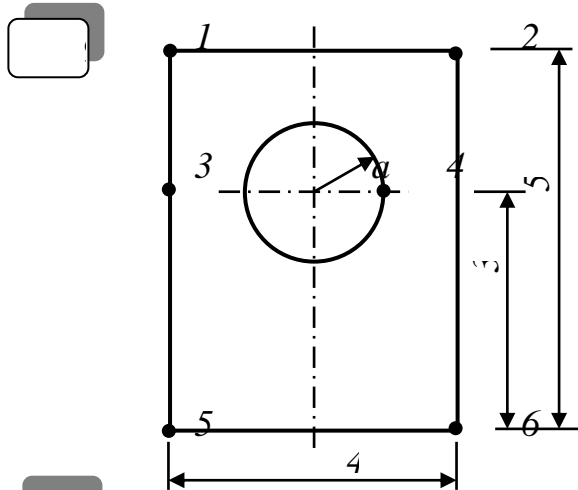
Варианты заданий для задачи 1.

Таблица 1

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
a , см	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9
H , м	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5
γ	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
№	1	1	1	1	1	1				
a , см	1	1	1	1	1	1				
H , м	5	5	6	6	6	7				
γ	2	2	2	2	2	2				
№	1	1	1	1	1	1				
№	1	1	1	1	1	1				

Схемы для части 1



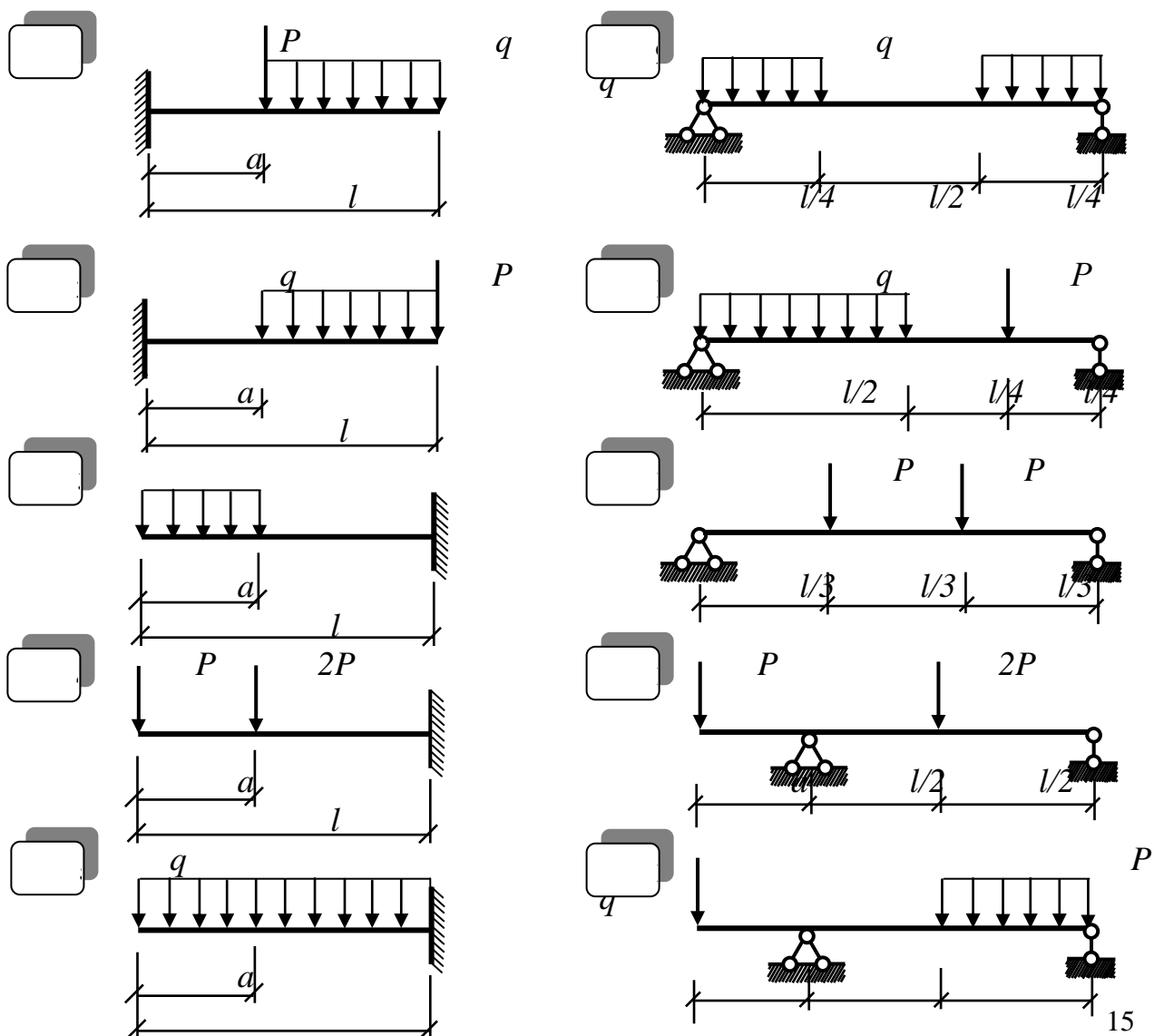


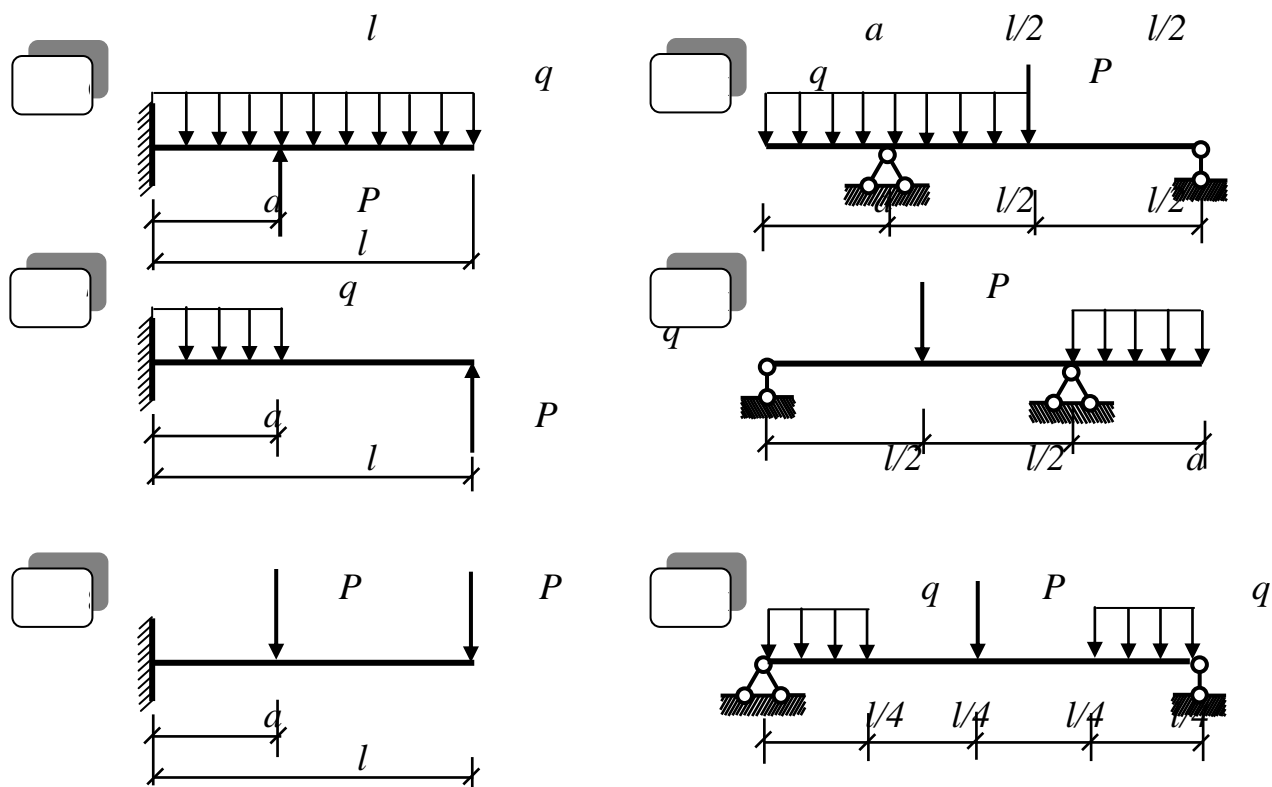
Варианты заданий для задачи 2.

Таблица 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1
l, м	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
a, м	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
α_P	4	5	1	5	6	3	7	5	8	4	1	9
P, кН	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
q,	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1
№	1	1	1	1								
l, м	1	0	0	1								
a, м	4	5	1	5								
α_P	4	5	1	5								
P, кН	1	1	1	1								
q,	2	2	1	1								

Схемы для задачи 2





Методические указания к решению задач №1 и №2

При решении задачи №1 следует на листе формата А4 начертить сечение внецентренно сжатого стержня с указанием его геометрических размеров, точки приложения силы и определить положение центра тяжести и главных центральных осей Oz , Oy , одна из которых является осью симметрии сечения.

Нулевая линия строится по отрезкам, отсекаемым на осях z, y :

$$a = -\frac{i_y^2}{z_p} \quad b = -\frac{i_x^2}{y_p}$$

При определении величины наибольшей сжимающей силы необходимо найти точки с наибольшими растягивающими (точка A) и наибольшими сжимающими (точка B) напряжениями. Для этого надо провести две касательные к контуру поперечного сечения параллельные нулевой линии и найти по чертежу координаты точек касания A и B .

Из условий прочности $\sigma_A \leq \gamma_c R_p$; $\sigma_B \leq \gamma_c R_{сж}$ следует выбрать наименьшее по абсолютной величине значение расчетной силы P и построить эпюру напряжений, вычислив значения напряжений в точках A и B поперечного сечения, например по формуле

$$\sigma_{AB} = \frac{P}{F} \left(1 + \frac{y_p y_{AB}}{i_z^2} + \frac{z_p z_{AB}}{i_y^2} \right)$$

При построении эпюры нормальных напряжений найденные значения напряжений откладываются от оси, проведенной перпендикулярно к нулевой линии.

В основании стержня надо построить эпюру нормальных напряжений с учетом собственного веса стержня $\sigma_{с.в.} = -\gamma H$, где γ - объемный вес материалы, H - высота стержня.

Для построения ядра сечения надо провести ряд нулевых линий, касательных к контуру поперечного сечения и по формулам

$$z_p = -\frac{i_y^2}{a} \quad y_p = -\frac{i_z^2}{b}$$

определить координаты точек, лежащих на контуре ядра сечения, которые в зависимости от контура поперечного сечения соединяются прямыми или кривыми линиями.

При решении задачи №2 следует построить эпюру суммарных изгибающих моментов M и определить наибольшее значение изгибающего момента $M_{нб}$.

Подбор сечения балки производится из условия прочности при косом изгибе

$$\sigma_{нб} = \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_z}{W_z} \leq \gamma_c R \quad M_y = M \sin \alpha_p \quad M_z = M \cos \alpha_p$$

$$W_z \geq \frac{M_{нб} \cdot \left(\cos \alpha_p + \frac{W_z}{W_y} \sin \alpha_p \right)}{\gamma_c R}$$

где α_p - угол наклона силовой плоскости к оси Oy .

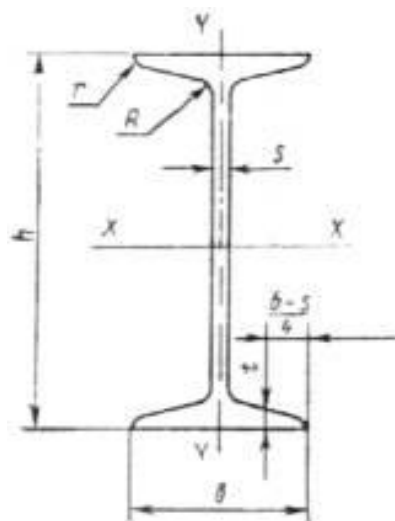
После подбора сечения балки из стального прокатного двутавра, необходимо определить угол наклона нулевой линии к горизонтальной главной оси Oz по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = -\frac{J_z}{J_y} \operatorname{tg} \alpha_p$$

Наибольшие растягивающие и сжимающие напряжения возникают в опасном сечении балки в точках, наиболее удаленных от нулевой линии. Для определения положения этих точек и построения эпюры нормальных напряжений надо провести две

касательные к контуру поперечного сечения, вычислить величины напряжений в указанных точках и проверить прочность по формуле $\sigma_{нб} \leq \gamma_c R$.

Сортамент двутавров



h — высота двутавра; b — ширина полки; s — толщина стенки; t — средняя толщина полки; R — радиус внутреннего закругления; r — радиус закругления полки

Таблица 3

Номер двутавра	Размеры						Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м, кг	Справочные значения для осей						
					не более	X – X				Y - Y					
						I_x , см ⁴			W_x , см ³	i_x , см	S_x , см ³	I_y , см ⁴	W_y , см ³	i_y , см	
мм															
10	00	5	,5	,2	,0	,5	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	,22
12	20	4	,8	,3	,5	,0	14,7	11,50	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	,38
14	40	3	,9	,5	,0	,0	17,4	13,70	572	81,7	5,73	46,8	41,9	1,50	,55
16	60	1	,0	,8	,5	,5	20,2	15,90	873	109,0	6,57	62,3	58,6	4,50	,70
18	80	0	,1	,1	,0	,5	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	8,40	,88
20	00	00	,2	,4	,5	,0	26,8	21,00	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	10,30	,07
22	20	10	,4	,7	0,0	,0	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	12,60	,27
24	40	15	,6	,5	0,5	,0	34,8	27,30	3460	289,0	9,97	163,0	198,0	14,50	,37
27							40,2	31,5		3	1	2	2	4	

Номер двутавра	Размеры						Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м, кг	Справочные значения для осей						
					не более	X – X				Y - Y					
						I x, см ⁴			W x, см ³	i x, см	S x, см ³	I y, см ⁴	W y, см ³	i y, см	
мм															
	70	25	,0	,8	1,0	,5		50	010	71,0	1,20	10,0	60,0	1,50	,54
30	00	35	,5	0,2	2,0	,0	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	,69
33	30	40	,0	1.2	3,0	,0	53,8	42,20	9840	597,0	3,50	39,0	19,0	9,90	,79
36	60	45	,5	2,3	4,0	,0	61,9	48,60	13380	743,0	4,70	23,0	16,0	1,10	,89
40	00	55	,3	3,0	5,0	,0	72,6	57,00	19062	953,0	6,20	45,0	67,0	6,10	,03
45	50	60	,0	4,2	6,0	,0	84,7	66,50	27696	1231,0	8,10	708,0	808,0	01,00	,09
50	00	70	0,0	5,2	7,0	,0	100,0	78,50	39727	1589,0	9,90	19,0	043,0	23,00	,23
55	50	80	1,0	6,5	8,0	,0	118,0	92,60	55962	2035,0	1,80	181,0	356,0	51,00	,39
60	00	90	2,0	7,8	0,0	,0	138,0	108,00	76806	2560,0	3,60	491,0	725,0	82,00	,54

Примечания:

1. Площадь поперечного сечения и масса 1 м двутавра вычислены по номинальным размерам; плотность стали принята равной 7,85 г/см³.

2. Величины радиусов закругления, уклона внутренних граней полок, толщины полок, указанные на [рис. 1](#) и в [табл. 1](#), приведены для построения калибров и на готовом прокате не контролируется.

3. Уклон внутренних граней полок должен быть 6—12 %.

Итоговый тест

1. Основной метод, применяемый для определения внутренних усилий...

- а) метод сил,
- б) метод перемещений,
- в) метод сечений.

2. Метод сечений – это метод...

- а) определения центра тяжести сечения;
- б) выявления внутренних сил в сечении нагруженного тела;
- в) определения сил при растяжении – сжатии.

3. Напряжения нормальные возникают при...

- 1) растяжении–сжатии;
- 2) сдвиге – срезе;
- 3) кручении.

4. Внутренние усилия возникающие, при сдвиге...

- а) поперечная сила,
- б) продольная сила,
- в) изгибающий момент.

5. Внутренние усилия возникающие при кручении...

- а) поперечная сила,

- б) продольная сила,
- в) изгибающий момент,
- г) крутящий момент.

6. Количество составляющих уравнений, необходимых для определения внутренних усилий в системе хуз...

- а) 2
- б) 3
- в) 5
- г) 6

7. В том случае, когда внутренние силы в поперечном сечении приводятся только к одной равнодействующей – продольной силе, возникает деформация...

- а) сдвига
- б) кручения
- в) изгиба
- г) растяжения (сжатия)

8. Размерность статического момента...

- а) [длина]²
- б) [длина]³
- в) [длина]⁴
- г) [длина]⁶

9. размерность моментов инерции сечения?

- а) [длина]²
- б) [длина]³
- в) [длина]⁴
- г) [длина]⁶

10. Значения, которые может приобретать осевой момент инерции I_z

- а) $I_z = 0$
- б) $I_z > 0$
- в) $I_z < 0$

11. Отрицательным может быть момент инерции сечения...

- а) I_z
- б) I_y
- в) I_{zy}
- г) I_p

12. Полярный момент инерции кольца...

- а) $J_\rho = \pi D^4 / 32(1 - c^4)$;
- б) $J_\rho = \pi D^4 / 32$;
- в) $J_\rho = J_x + J_y$.

13. Если диаметр круга увеличить в два раза, то его осевой момент инерции...

- а) увеличится в 2 раза
- б) увеличится в 4 раза

в) увеличится в 16 раз

г) уменьшится в 4 раза

14. Формула момента инерции прямоугольника...

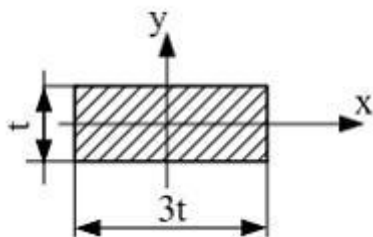
а) $bh^3/2$

б) $bh^2/6$

в) $bh^3/12$

г) $bh^3/6$

15. Момент инерции прямоугольника относительно оси x равен...



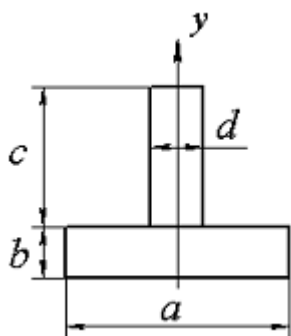
а) $\frac{t^4}{3}$

б) $\frac{t^4}{5}$

в) $\frac{t^4}{4}$

г) $\frac{t^4}{2}$

16. Осевой момент инерции J_y относительно оси симметрии y составного сечения, показанного на рисунке, равен...



а) $\frac{a^3b}{12} + \frac{d^3c}{12}$

б) $\frac{a^3b}{4} + \frac{d^3c}{4}$

в) $\frac{b^3a}{12} + \frac{c^3d}{12}$

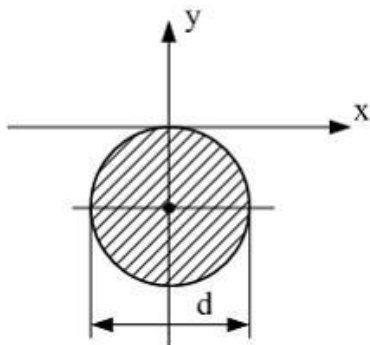
г) $\frac{a^3b}{3} + \frac{d^3c}{3}$

$$\int_A x^2 dA$$

17. Интеграл вида $\int_A x^2 dA$ называется...

- а) полярным моментом инерции сечения площадью A
- б) осевым моментом инерции сечения площадью A относительно оси y**
- в) центробежным моментом инерции сечения площадью A
- г) осевым моментом инерции сечения площадью A относительно оси x

18. Статический момент площади круга относительно оси x равен...



- а) $-\frac{\pi d^3}{4}$
- б) $\frac{\pi d^3}{16}$**
- в) $-\frac{\pi d^3}{8}$**
- г) $\frac{\pi d^3}{8}$

19. Соотношение между главными напряжениями имеет вид...

- а) $\sigma_3 > \sigma_1 > \sigma_2$
- б) $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$**
- в) $\sigma_1 < \sigma_2 < \sigma_3$
- г) $\sigma_2 > \sigma_1 > \sigma_3$

20. Формулу закона Гука при растяжении (сжатии)...

- а) $\tau = G\gamma$
- б) $\sigma = E\varepsilon$**
- в) $\varepsilon = \sigma E$
- г) $E = \sigma\varepsilon$

21. Формула напряжения при осевом растяжении (сжатии)...

- а) $\sigma = \frac{T}{EA}$
- б) $\sigma = \frac{F}{A}$**

в) $\sigma = \frac{N}{A}$

г) $\sigma = \frac{E}{F}$

22. Единицы измерения коэффициента Пуассона...

1) Н/м²

2) Па

3) безразмерная величина

4) м/Н

23. Математическое выражение закона Гука при сдвиге...

а) $\tau = G\gamma$

б) $\gamma = G\tau$

в) $\tau = GE$

г) $\sigma = G\gamma$

24. Условие прочности при кручении...

а) $\sigma = N/A \leq [\sigma]$

б) $\tau = T/A \geq [\tau]$

в) $\tau = T/W_{\rho} \leq [\tau]$

25. Условие прочности по нормальным напряжениям при чистом изгибе...

1) $\sigma = \frac{M}{A} \leq [\sigma]$

2) $\sigma = \frac{T}{W} \leq [\sigma]$

3) $\sigma = \frac{F}{W} \leq [\sigma]$

4) $\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma]$

26. Формула Журавского для определения касательного напряжения при поперечном изгибе

1) $\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot b} \leq [\tau]$

2) $\tau = \frac{M \cdot S}{J \cdot l} \leq [\tau]$

3) $\tau = \frac{Q \cdot l}{J \cdot b} \leq [\tau]$

$$4) \tau = \frac{T \cdot S}{E \cdot A} \leq [\tau]$$

27. Прочность конструкции – это способность...

- 1) противостоять коррозии
- 2) элемента конструкции растягиваться или сжиматься
- 3) противостоять внешней нагрузке, не разрушаясь

28. Жесткость конструкции – это...

- а) свойство подвергаться технологической обработке
- б) способность конструкции сохранять свои формы и размеры при действии внешней нагрузки
- в) способность противостоять вибрациям

29. Произведение EA при растяжении (сжатии) характеризует...

- а) твердость материала
- б) жесткость материала
- в) жесткость стержня

30. Характеристики, связывающие закон Гука при растяжении (сжатии)...

- а) силу и напряжение
- б) касательное и нормальное напряжение
- в) напряжение и деформация

31. Сопротивление материалов – это наука о ... элементов конструкций

- а) прочности, жесткости и устойчивости
- б) прочности, жесткости и однородности
- в) жесткости, устойчивости и пластичности
- г) прочности, устойчивости и сплошности

32. Внутренними силами называются ...

- а) дополнительные силы взаимодействия между частицами материала, возникающие в процессе нагружения тела
- б) силы взаимодействия между частями ненагруженного тела
- в) силы межатомного и межмолекулярного сцепления тела в его естественном состоянии
- г) три силы и три момента в поперечном сечении нагруженного стержня

33. Формула предела прочности при сжатии образца-куба...

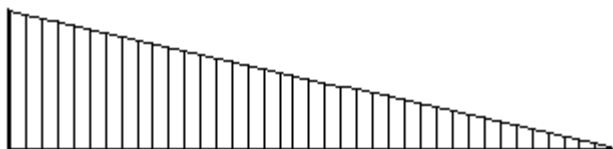
- а) $R = N/A$
- б) $R = M/W$
- в) $R = T/W$
- г) $R = T/EA$

34. Допущением об изотропности материалов предполагается, что...

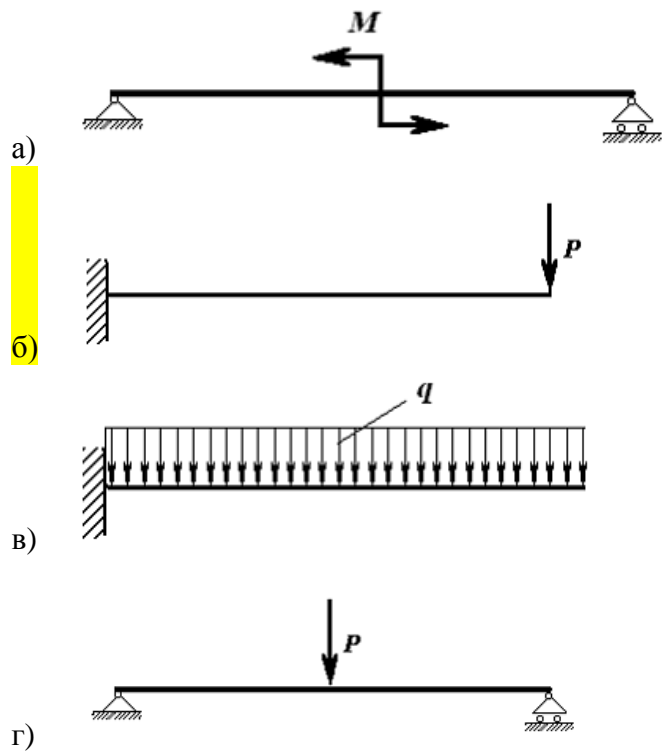
- а) свойства материалов во всех точках тела одинаковы
- б) деформации материалов в каждой точке тела прямо пропорциональны напряжениям
- в) материал совершенно упругий
- г) свойства материалов в данной точке тела по всем направлениям одинаковы

35. Эпюра изгибающих моментов, построенная на растянутых волокнах, для балки

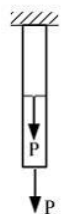
имеет вид

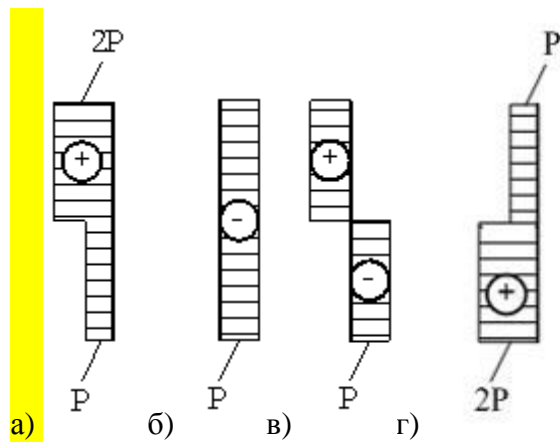


Этой эпюре соответствует нагружение балки, представленное на рисунке ...

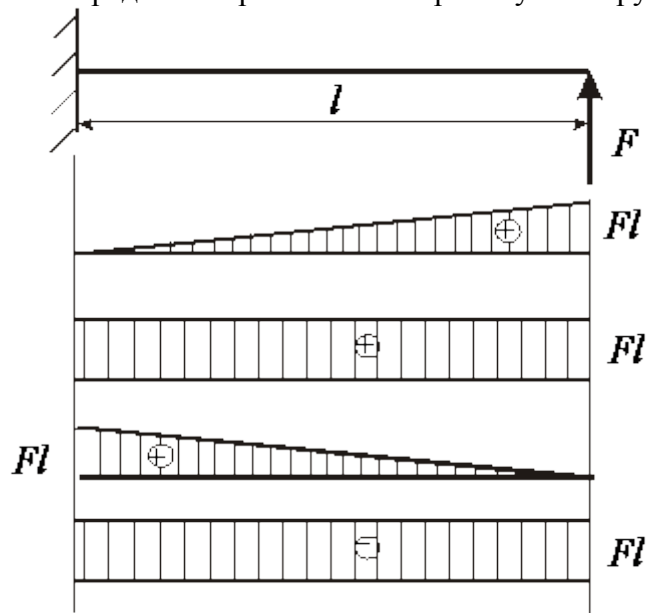


36. Для стержня, изображенного на рисунке эпюра нормальных сил N будет иметь вид ...



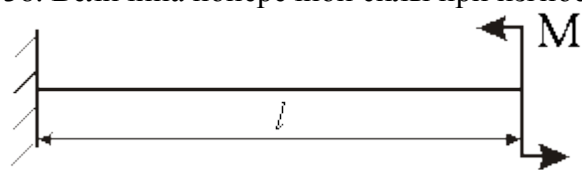


37. Определите правильно построенную эпюру изгибающих моментов



1); 2); 3); 4)

38. Величина поперечной силы при изгибе данной балки...



a) $Q_x = M$

б) $Q_z = 0$

в) $Q_z = -M$

г) $Q_z = -M/l$

39. Опаснее при анализе эпюр изгиба...

а) максимальный изгибающий момент

б) поперечная сила

в) нормальная сила

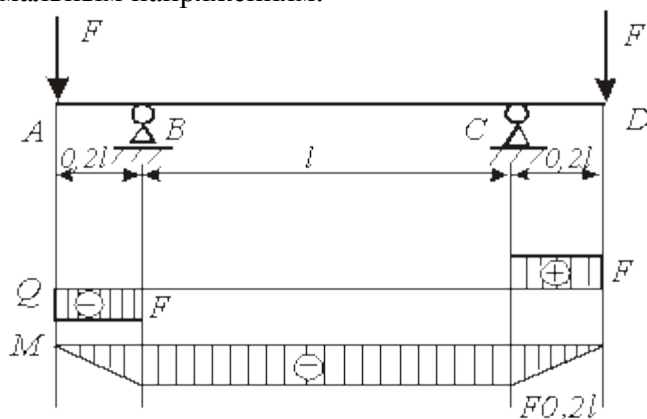
40. Скачок на эпюре моментов означает...

а) изменение сечения

б) наличие сосредоточенного момента

в) приложение сосредоточенной силы

41. На рисунке показана балка, нагруженная внешними силами. Построены эпюры внутренних усилий. Укажите участок или участки, на которых возможно разрушение по нормальным напряжениям.



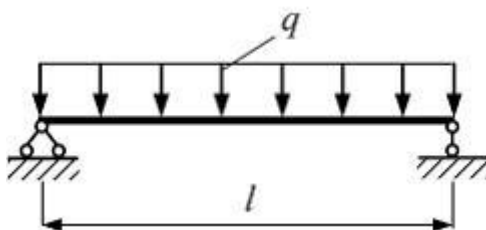
а) A-B

б) B-C

в) C-D

г) A-D

42. Балка длиной l нагружена равномерно распределенной нагрузкой с интенсивностью q . Значение (по абсолютной величине) максимального изгибающего момента равно ...



а) $\frac{1}{8}ql^2$

б) $\frac{1}{2}ql^2$

в) $\frac{1}{4}ql^2$

г) ql^2

43. Чему равна поперечная сила в сечении бруса, в котором изгибающий момент достигает экстремальных значений?

а) Поперечная сила в этом сечении бруса равна нулю

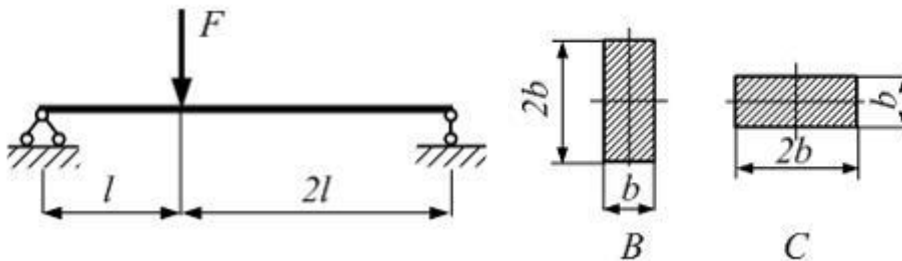
б) Поперечная сила в этом сечении бруса равна следующему значению $Q = \tau A$

в) Поперечная сила тоже достигает экстремальных значений

г)

Поперечную силу в данном случае можно определить по формуле Журавского

44. Прямоугольная балка имеет два варианта расположения прямоугольного поперечного сечения. Сила F , линейные размеры b и l заданы. Отношение наибольших касательных напряжений τ_B/τ_C , возникающих в балке, равно ...



а) 3

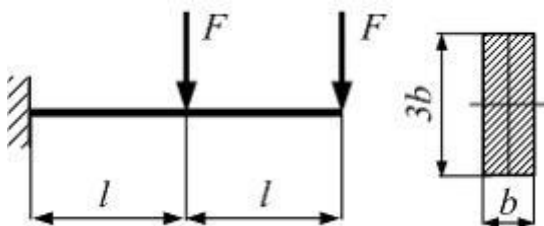
б) 2

в) 1/2

г)

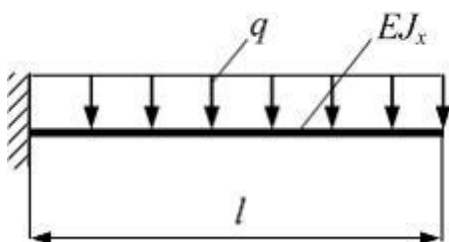
1

45. Сила F , допускаемое касательное напряжение $[\tau]$, длина l заданы. Из расчета на прочность по допускаемым касательным напряжениям размер поперечного сечения балки b равен ...



- а) $\sqrt{\frac{2F}{[\tau]}}$
 б) $\sqrt{\frac{F}{[\tau]}}$
 в) $\sqrt{\frac{F}{3[\tau]}}$
 г) $\sqrt{\frac{2F}{3[\tau]}}$

46. Консольная балка длиной l нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивности q . Жесткость поперечного сечения на изгиб EJ_x по всей длине постоянна. Прогиб свободного конца балки по абсолютной величине равен ...

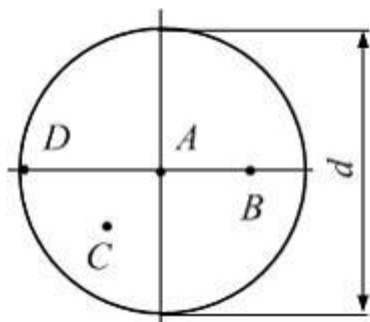


- а) $\frac{1}{8} \frac{ql^4}{EJ_x}$
 б) $\frac{1}{3} \frac{ql^4}{EJ_x}$
 в) $\frac{1}{4} \frac{ql^4}{EJ_x}$
 г) $\frac{3}{8} \frac{ql^4}{EJ_x}$

47. Для круглого стержня, работающего на кручение, произведение GJ_p называется жёсткостью...

- а) поперечного сечения на кручение
 б) поперечного сечения на растяжение – сжатие
 в) поперечного сечения на изгиб
 г) стержня на кручение

48. $M_{кр}$ – крутящий момент в поперечном сечении круглого вала диаметром d . Напряжение, равное $\frac{16M_{кр}}{\pi d^3}$, действует в точке ...



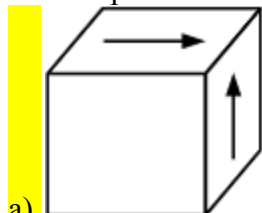
а) D

б) A

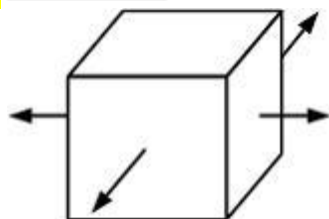
в) C

г) B

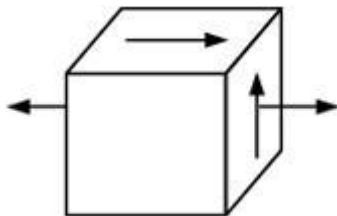
49. Напряженное состояние «чистый сдвиг» показано на рисунке ...



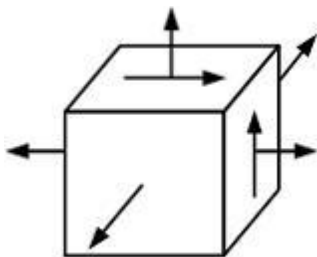
а)



б)



в)



г)

50. При расчетах на жесткость получают...

а) гибкость стержня

б) твердость материала

в) линейные и угловые деформации

51. Диаметр вала можно подобрать по формуле...

$$\sigma_{\max} = \frac{M_z}{W_z} \leq \sigma_{adm}$$

а)

б) $\tau_{\max} = \frac{M_z}{W_z} \leq \tau_{adm}$

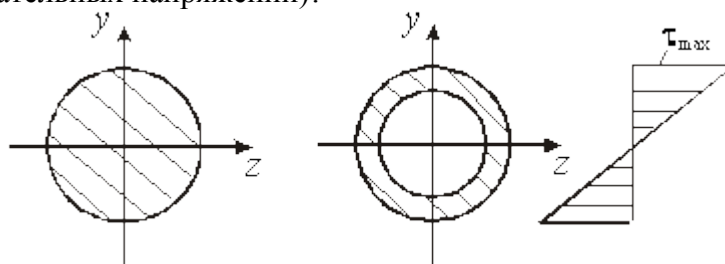
в) $\tau_{\max} = \frac{T}{W_\rho} \leq \tau_{adm}$

г) $\tau_{\max} = \frac{T}{J_\rho} \leq \tau_{adm}$

52. Основной задачей сопротивления материалов является...

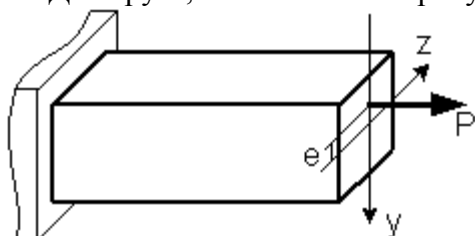
- а) вычисление внутренних сил
- б) построение эпюр изгибающих моментов
- в) подбор сечения и материала

53. Какая форма сечения вала будет более рациональной (справа приведена эпюра касательных напряжений)?



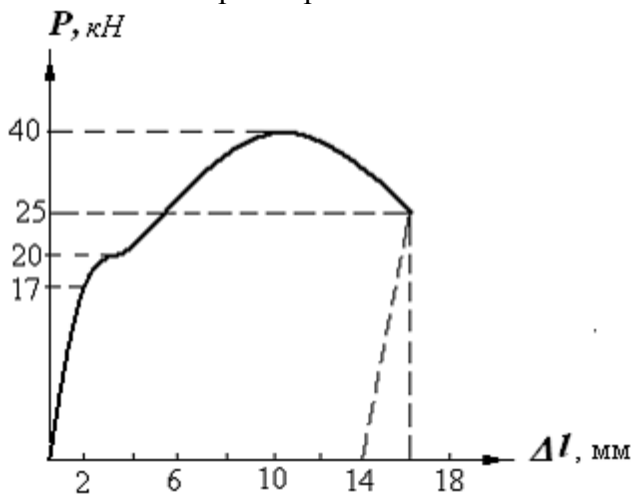
- а) первая
- б) вторая
- в) ни одна

54. Для бруса, показанного на рисунке, видом сложного сопротивления является...



- а) изгиб с кручением
- б) внецентренное растяжение
- в) общий случай сложного сопротивления
- г) косой изгиб

55. В результате испытания цилиндрического образца с площадью поперечного сечения 100 мм^2 была получена диаграмма, представленная на рисунке. Площадь шейки в месте разрыва образца составила 20 мм^2 . Истинное сопротивление разрыву испытываемого материала равно ...



- а) 400 МПа
- б) 200 МПа
- в) 100 МПа
- г) 1250 МПа

56. Степень статической неопределимости данной балки...



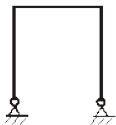
- а) $n = 3$
- б) $n = 4$
- в) $n = 2$
- г) $n = 1$

57. Коэффициенты при неизвестных в канонических уравнениях метода сил являются...

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \dots + \delta_{1n}X_n + \Delta_{1F} &= 0 \\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \dots + \delta_{2n}X_n + \Delta_{2F} &= 0 \\ \dots \\ \delta_{n1}X_1 + \delta_{n2}X_2 + \dots + \delta_{nn}X_n + \Delta_{nF} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

- а) силами
- б) перемещениями
- в) отвлечёнными числами

58. Степень статической неопределимости данной плоской рамы



- а) $n = 3$
- б) $n = 4$
- в) $n = 2$

г) $n = 1$

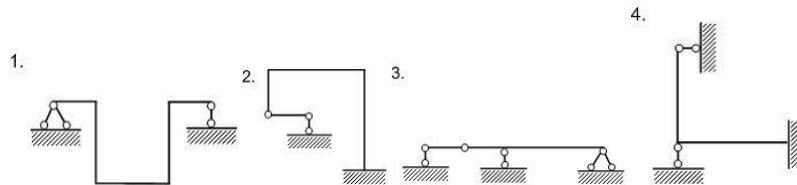
59. Физический смысл коэффициентов при неизвестных в уравнениях метода сил...

а) Усилия

б) Перемещения

в) Углы поворота

60. Статически неопределимой является система ...



а) 1

б) 2

в) 3

г) 4

2. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену

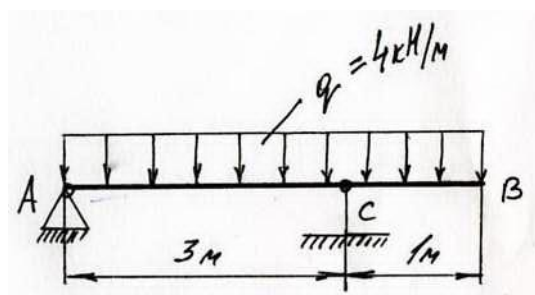
Экзаменационный билет состоит из 1 теоретического вопроса из следующего перечня и задачи:

1. Задачи и методы сопротивления материалов.
2. Реальный объект и расчетная схема. Силы внешние и внутренние. Метод сечений.
3. Напряжения. Перемещения и деформации. Закон Гука.
4. Геометрические характеристики поперечных сечений стержня. Статические моменты и центр тяжести.
5. Геометрические характеристики поперечных сечений стержня. Моменты инерции сечения.
6. Геометрические характеристики поперечных сечений стержня. Полярный момент сечения.
7. Геометрические характеристики поперечных сечений стержня. Главные оси и главные моменты инерции.
8. Геометрические характеристики поперечных сечений стержня. Радиус инерции.
9. Эпюры внутренних усилий при растяжении – сжатии.
10. Напряжения при растяжении – сжатии призматических стержней. Расчёт на прочность.
11. Понятие о концентрации напряжений, принцип Сен-Венана.
12. Определение деформаций и перемещений при растяжении - сжатии.
13. Напряжённое состояние при растяжении – сжатии.
14. Центральное растяжение – сжатие. Подбор сечений с учетом собственного веса.
15. Центральное растяжение – сжатие. Деформации при действии собственного веса.
16. Сдвиг. Кручение стержней с круглым поперечным сечением.
17. Расчёт валов на прочность и жёсткость.
18. Потенциальная энергия деформации при кручении.
19. Прямой поперечный изгиб.
20. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями при изгибе

21. Косой изгиб.
22. Внецентренное растяжение - сжатие.
23. Ядро сечения.
24. Касательные напряжения при поперечном изгибе.
25. Главные напряжения при изгибе.
26. Устойчивость стержней. Формула Эйлера.
27. Составные балки и перемещения при изгибе.
28. Дифференциальное уравнение прямого изгиба призматического стержня.
29. Продольно-поперечный изгиб.
30. Статически неопределимые системы.
31. Метод сил. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил.
32. Расчет статически неопределимых стержневых систем по методу предельного равновесия.

Пример задачи:

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для нагруженной балки.



Оценивание обучающихся происходит в соответствии со следующей таблицей:

Вид контроля	Количество баллов	
	min	max
Отчёт выполненных практических работ	6	12
Задача №1	6	12
Задача №2	6	12
Составление конспекта	5	12
Глоссарий	5	12
Итоговый тест	6	13
Итого за работу в семестре	34	74
Экзамен (ответ по билету)	16	26
Всего	50	100

Соответствие баллов рейтинга числовым оценкам по итогам обучения:

- До 50 баллов – «неудовлетворительно»;
- От 50 до 69 баллов – «удовлетворительно»;
- От 70 до 89 баллов – «хорошо»;
- От 90 до 100 баллов – «отлично».