

Государственное образовательное учреждение
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»
Бендерский политехнический филиал

Кафедра «Транспортно технологических машин и комплексов»



УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
от «05» 09 2023г., протокол № 2
И.о. зав. кафедры ТТМиК
А.С. Янута
(подпись)

ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Б.1.Б.13 Сопротивление материалов
(наименование дисциплины)

2.23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(код и наименование направления подготовки)

Автомобили и автомобильное хозяйство
(наименование профиля подготовки)

бакалавр

Квалификация (степень) выпускника

для набора 2022 года
очная, заочная, ускоренная

Разработала:
Ст. преподаватель кафедры ТТМиК
Т.Ю. Баева

Бендеры 2023

**1 Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Сопротивление материалов»**

В результате изучения учебной дисциплины «Сопротивление материалов » у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции

Общепрофессиональные компетенции и их индикаторы

Категория (Группа) компетенции	Код и Наименование	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональных компетенций
Теоретическая фундаментальная подготовка	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;	ИД-1 _{ОПК-1} Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности ИД-2 _{ОПК-1} Определение характеристик физического процесса, характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования ИД-4 _{ОПК-1} Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математических уравнений. ИД-5 _{ОПК-1} Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности ИД-6 _{ОПК-1} Решение инженерных задач с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии ИД-7 _{ОПК-1} Решение уравнений, описывающих основные физические процессы, с применением методов линейной алгебры и математического анализа ИД-9 _{ОПК-1} Решение инженерно-геометрических задач графическими способами

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции

Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД _{УК-2.1.} Идентификация профильных задач профессиональной деятельности ИД _{УК-2.2.} Представление поставленной задачи в виде конкретных заданий ИД _{УК-2.3.} Определение потребности в ресурсах для решения задач профессиональной деятельности ИД _{УК-2.6.} Составление последовательности (алгоритма) решения задачи
----------------------------------	--	--

Программа оценивания контролируемой компетенции:

Очная форма обучения

Текущая аттестация	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины и их наименование	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Введение. Основные понятия дисциплины. Уравнения равновесия и внутренние силовые факторы.	ОПК-1 УК-2	<ul style="list-style-type: none"> • Модульная контрольная работа №1 • СРС (подготовить доклады: «Виды напряженных состояний тела») • «Удельная потенциальная энергия и ее составные части» • Комплект тестов
	Тема 2. Растяжение. Статически определимые и неопределимые системы.		
	Тема 3. Основные механические характеристики конструкционных материалов. Статические моменты.		
	Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при кручении. Алгоритм расчета параметров пружины.		
2	Тема 5. Классификация видов изгибов расчеты на прочность при изгибе. Рациональные формы поперечных сечений балок при изгибе.	ОПК-1 УК-2	<ul style="list-style-type: none"> • Модульная контрольная №2 • СРС (доклад: «Теории прочности») • Комплект тестов
	Тема 6. Потенциальная энергия деформации. Метод начальных параметров. Последовательность расчета статически неопределимых систем.		
	Тема 7. Косой изгиб.		

	Внецентренное растяжение и сжатие.		
	Тема 8. Сложное напряженное состояние. Расчет вала с учетом циклического характера напряжений.		
Промежуточная аттестация		ОПК-1 УК-2	• Вопросы к экзамену

Заочная форма обучения

Текущая аттестация	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины и их наименование	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Введение. Основные понятия дисциплины. Уравнения равновесия и внутренние силовые факторы.	ОПК-1 УК-2	<ul style="list-style-type: none"> • СРС (подготовить доклады: «Виды напряженных состояний тела») • «Удельная потенциальная энергия и ее составные части» • Комплект тестов
	Тема 2. Растяжение. Статически определимые и неопределимые системы.		
	Тема 3. Основные механические характеристики конструкционных материалов. Статические моменты.		
	Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при кручении. Алгоритм расчета параметров пружины.		
2	Тема 5. Классификация видов изгибов расчеты на прочность при изгибе. Рациональные формы поперечных сечений балок при изгибе.	ОПК-1 УК-2	<ul style="list-style-type: none"> • СРС (доклад: «Теории прочности») • Комплект тестов
	Тема 6. Потенциальная энергия деформации. Метод начальных параметров. Последовательность расчета статически неопределимых систем.		
	Тема 7. Косой изгиб. Внецентренное растяжение и сжатие.		
	Тема 8. Сложное напряженное состояние. Расчет вала с учетом циклического характера напряжений.		
Промежуточная аттестация		ОПК-1 УК-2	• Задания к контрольной работе

Задания на модульные контрольные работы

Контрольная работа №1 по темам:

- Тема 1. «Введение. Основные понятия дисциплины. Уравнения равновесия и внутренние силовые факторы.»
- Тема 2. «Растяжение. Статически определимые и неопределимые системы.»
- Тема 3. «Основные механические характеристики конструкционных материалов. Статические моменты.»
- Тема 4. «Расчеты на прочность и жесткость при кручении. Алгоритм расчета параметров пружины.»

Модульный контроль №1

Вариант 1:

1. Стальной стержень длиной 1,5 м вытянулся под нагрузкой на 3мм. Чему равно относительное удлинение? Чему равно относительное сужение?
2. В каком порядке рациональнее расположить шкивы, чтобы получить минимальную нагрузку в вал?
3. Как изменится напряжение в сечении, если диаметр вала уменьшить в два раза?

Вариант 2:

1. Что характеризует модуль упругости материала? Какова единица измерения модуля упругости?
2. Как изменится угол закручивания вала, если крутящий момент увеличить в 4 раза, а диаметр уменьшить в 2 раза?
3. Напишите условия прочности и жёсткости при кручении.

Критерии оценки:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал по результатам 15-12 баллов,
- Оценка «хорошо»- 11-9 баллов,
- Оценка «удовлетворительно»- 8-5 баллов,
- Оценка «неудовлетворительно»- менее 5 баллов.

Контрольная работа №2 по темам:

- Тема 5. «Центральное растяжение и сжатие стержней. Определение напряжений, деформаций и перемещений. Расчеты на прочность и жесткость».
- Тема 6. «Экспериментальное изучение материалов при растяжении-сжатии».
- Тема 7. «Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии».
- Тема 8. «Расчеты стержней по несущей способности и расчетным предельным состояниям при растяжении-сжатии».

Модульный контроль №2

Вариант 1

- 1 Чем характеризуется и как изображается напряжённое состояние в точке?
- 2 Какие площадки и какие напряжения называются главным?
- 3 Перечислите виды напряжённых состояний.
- 4 Чем характеризуется деформированное состояние в точке?

Вариант 2

- 1 В каких случаях возникают предельные напряжённые состояния у пластичных и хрупких материалов?
- 2 Что такое эквивалентное напряжение?
- 3 Поясните назначения теорий прочности.

4 Напишите формулы для расчёта эквивалентных напряжений при расчётах по теории максимальных касательных напряжений и теории энергии формоизменения. Поясните, как ими пользоваться.

Критерии оценки:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал по результатам 15-12 баллов,
- Оценка «хорошо»- 11-9 баллов,
- Оценка «удовлетворительно»- 8-5 баллов,
- Оценка «неудовлетворительно»- менее 5 баллов.

Темы рефератов

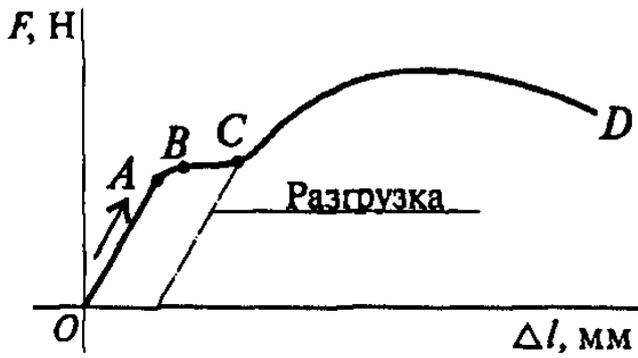
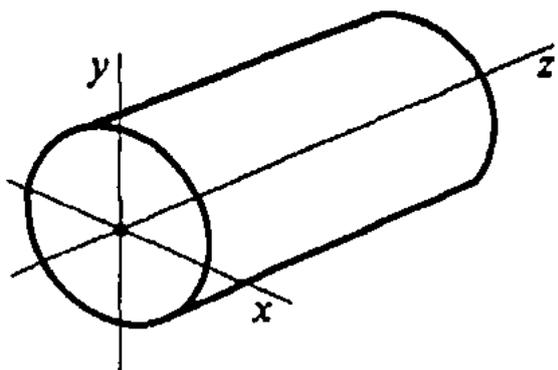
- «Виды напряженных состояний тела»,
- «Удельная потенциальная энергия и ее составные части»,
- «Теории прочности»,
- «Расчет стержней на несущие способности при кручении»,
- «Косой изгиб стержней»,
- «Техническая теория удара»,
- «Кинематический анализ стержневых систем»,
- Реферат «Расчет прочности композитной арматуры для выполнения строительного-монтажных работ».

Реферат выполняется по одной из предложенных тем в соответствии со структурой учебной дисциплины. Объем реферата 10-15 страниц печатного текста.

Критерии оценки реферата:

- соответствие содержания реферата заявленной теме;
- целевая направленность и четкость построения;
- логическая последовательность материала;
- полнота раскрытия темы, глубина исследования;
- убедительность аргументаций и краткость, четкость формулировок;
- актуальность и степень самостоятельности;
- соответствие оформления требованиям;
- оригинальность выводов и предложений;
- качество используемого материала и перечень использованной литературы.

Тест №1 Основные положения, метод сечений, напряжения

№ n/n	Вопросы	Ответы	Код
1	Как называется способность элемента конструкции сопротивляться упругим деформациям?	Прочность	1
		Жесткость	2
		Устойчивость	3
		Износостойкость	4
2	<p>Представлена диаграмма растяжения материала. Назвать участок упругих деформаций.</p> 	OA	1
		AB	2
		BC	3
		OF	4
3	<p>Какой внутренний силовой фактор возникает в поперечном сечении бруса при кручении?</p> 	N	1
		Q _v	2
		M _x	3
		M _y	4
4	Пользуясь методом сечений, определить величину поперечной силы в сечении 1-1.	5кН	1

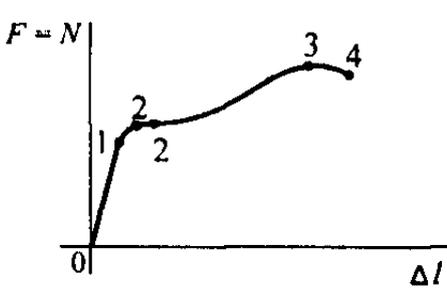
		15кН	2
		13кН	3
		22кН	4
5	<p>Какие механические напряжения в поперечном сечении бруса при нагружении называют нормальными?</p>	Возникающие при нормальной работе	1
		Направленные перпендикулярно площадке	2
		Направленные параллельно площадке	3
		Лежащие в площадке сечения	4

Тест №2 Растяжение и сжатие

№ n/n	Вопросы	Ответы	Код
1	<p>Выбрать соответствующую эпюру продольных сил в поперечных сечениях бруса.</p>	А	1
		Б	2
		В	3
		Г	4
2	<p>Для бруса, изображенного на схеме к вопросу 1, рассчитать наибольшую продольную силу, возникшую в поперечном сечении.</p>	70 кН	1
		130 кН	2
		110 кН	3
		200 кН	4
3	<p>Определить нормальное напряжение в точке В (схема к</p>	110 Мпа	1

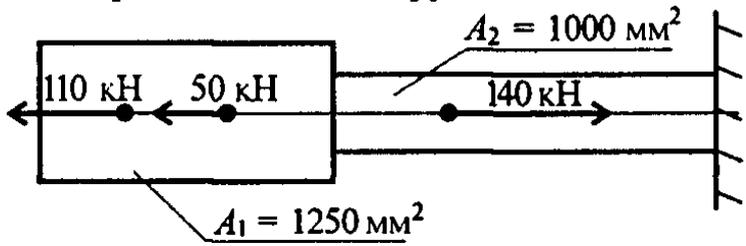
	вопросу 1).	220 Мпа	2
		80 Мпа	3
		140 Мпа	4
4	Проверить прочность изображенного в вопросе 1 бруса, если допускаемое напряжение $[\sigma]=160\text{Мпа}$?	$\sigma=[\sigma]$	1
		$\sigma>[\sigma]$	2
		$\sigma<[\sigma]$	3
		Верный ответ не приведен	4
5	Определить перемещение свободного конца бруса, если известны длины участков бруса: $l_1=0,4\text{м}$, $l_2=0,6\text{м}$, $l_3=0,4\text{м}$, $l_4=0,2\text{м}$ (схема к вопросу 1)	0,42мм	1
		0,22мм	2
		0,62мм	3
		0,66мм	4

Тест №3 Растяжение и сжатие

№ n/n	Вопросы	Ответы	Код
1	Выбрать на диаграмме растяжения участок упругих деформаций. 	01	1
		12	2
		23	3
		22	4
2	По какой характеристике определяется допускаемое напряжение для пластичных материалов?	σ_T	1
		$\sigma_{пц}$	2
		σ_y	3
		σ_B	4
3	Выбрать наиболее точную запись условия прочности при растяжении и сжатии.	$\sigma = \frac{N}{A} = [\sigma]$	1
		$\sigma = \frac{N}{A} \geq [\sigma]$	2

		$\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma]$	3
		$\sigma = \frac{N}{A} > [\sigma]$	4
4	Определить предел текучести материала, если: $F_{\text{тц}}=12\text{кН}$; $F_{\text{т}}=14\text{кН}$; $F_{\text{max}}=20\text{кН}$; $A=50\text{мм}^2$, A – площадь поперечного сечения.	280МПа	1
		470 МПа	2
		560 МПа	3
		620 МПа	4
5	Проверить прочность материала, если: $\sigma=320\text{МПа}$; $\sigma_{\text{тц}}=720\text{МПа}$, $\sigma_{\text{т}}=800\text{МПа}$; $\sigma_{\text{в}}=1000\text{МПа}$; $[\sigma]=2,5$; s – запас прочности; σ – расчетное напряжение.	$\sigma > [\sigma]$	1
		$\sigma < [\sigma]$	2
		$\sigma = [\sigma]$	3
		Данных недостаточно	4

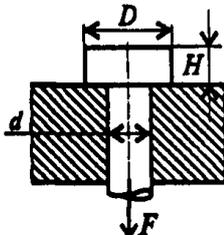
Тест №4 Растяжение и сжатие. Расчеты на прочность и жесткость

№ n/n	Вопросы	Ответы	Код
1	<p>Определить максимальную продольную силу в поперечном сечении бруса.</p> 	110кН	1
		140кН	2
		160кН	3
		300кН	4
2	Определить максимальное напряжение в опасном сечении бруса (схема вопроса 1).	88 МПа	1
		128 МПа	2
		160 МПа	3
		188 МПа	4
3	Проверить прочность бруса, изображенного в вопросе 1, если материал бруса – сталь, $\sigma_{\text{в}}=550\text{МПа}$; $\sigma_{\text{т}}=290\text{МПа}$; допускаемый запас прочности $[\sigma]=2$.	$\sigma < [\sigma]$	1
		$\sigma = [\sigma]$	2
		$\sigma > [\sigma]$	3
		Данных недостаточно	4
4	Груз подвешен на стержне 1 и находится в равновесии.		1

	Материал стержня – сталь, допускаемое напряжение $[\sigma]=160\text{МПа}$. Подобрать размеры сечения для стержня. Форма поперечного сечения – швеллер.	№6,5	
		№10	2
		№12	3
		№14	4
5	Определить удлинение стержня АВ. Усилие в стержне 75,6 кН, длина стержня 2м, материал – сталь, $E = 2 \cdot 10^5 \text{МПа}$, сечение – круг диаметром 30 мм.	1,07 мм	1
		2,12 мм	2
		0,1 мм	3
		0,615 мм	4

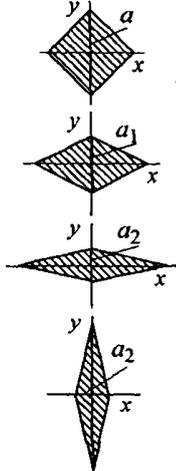
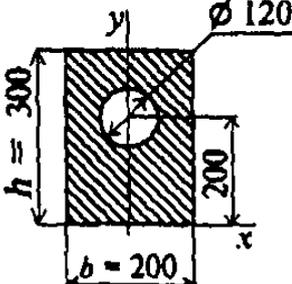
Тест №5 Практические расчеты на срез и смятие

№ n/n	Вопросы	Ответы	Код
1	Сварное соединение выполнено угловыми швами с накладкой. $s=10\text{мм}$; $b=120\text{мм}$. Рассчитать суммарную площадь среза сварных швов при передаче силы F .	420 мм ²	1
		600 мм ²	2
		840 мм ²	3
		1680 мм ²	4
2	Выбрать формулу для расчета сварного соединения, изображенного на рисунке к вопросу 1, на прочность под действием внешней силы.	$\tau = \frac{Q}{A}$	1
		$\sigma = \frac{F}{A}; F = Q$	2
		$\tau = \frac{M}{W}$	3
		$\sigma = \frac{N}{A}$	4
3	Болт нагружен растягивающей силой, при этом возникает смятие головки болта. Рассчитать величину площади смятия болта при действии силы F , если $d=20\text{мм}$, $H=14\text{мм}$, $D=36\text{мм}$.	468 мм ²	1
		224 мм ²	2

		1331 мм ²	3
		703 мм ²	4
4	Из условия прочности болта на смятие определить величину допускаемой нагрузки F, если $[\tau_c]=100\text{МПа}$, $[\sigma_{см}]=240\text{МПа}$, использовать для расчета данные вопроса 3.	22,40 кН	1
		84,3 кН	2
		168,7 кН	3
		70,3 кН	4
5	Проверить прочность заклепочного соединения на срез, если $F=80\text{кН}$, $[\tau_c]=100\text{МПа}$, $[\sigma_{см}]=240\text{МПа}$, $d=17\text{мм}$, $\delta=50\text{мм}$, $z=3$. $[\tau_c]$ и $[\sigma_{см}]$ – допускаемые напряжения.	$\tau < [\tau_c]$	1
		$\tau = [\tau_c]$	2
		$\tau > [\tau_c]$	3
		Данных недостаточно	4

Тест №6 Геометрические характеристики плоских сечений

№ n/n	Вопросы	Ответы	Код
1	Диаметр сплошного вала увеличили в 3 раза. Во сколько раз увеличились главные центральные моменты инерции?	в 6 раз	1
		в 3 раза	2
		в 9 раз	3
		в 81 раз	4
2	 Определить осевой момент инерции	$I_y=4\text{см}^4$	1

	относительно оси O_y , если $I_x=4\text{см}^4$.	$I_y=0\text{см}^4$	2
		$I_y=8\text{см}^4$	3
		$I_y=16\text{см}^4$	4
3	У четырех ромбов одна и та же площадь. В каком случае значение I_x наименьшее?		1
			2
			3
			4
4	Выбрать формулу для определения осевого момента инерции всего сечения относительно его главной центральной оси y .	$\frac{bh^3}{12} - \frac{\pi d^4}{64}$	1
		$\frac{bh^4}{64} - \frac{b^3h}{12}$	2
		$\frac{\pi d^4}{12} - \frac{b^3h}{64}$	3
		$\frac{b^3h}{12} - \frac{\pi d^4}{64}$	4
5	Найти главный центральный момент инерции всего сечения относительно оси Oy .	1137 см^4	1
		1924 см^4	2
		815 см^4	3
		1602 см^4	4

Варианты заданий на контрольную работу для студентов очно-заочной формы обучения

Контрольная работа состоит из пяти задач на темы, которые рассматриваются в пределах изучения лекционного курса учебной дисциплины. Решение задач представляет собой демонстрацию автором теоретических знаний и практических навыков по дисциплине. **Вариант исходных данных выбирается по последней цифре номера зачетной книжки.**

Контрольная работа выполняется в печатном или рукописном варианте.

Объем контрольной работы до 12 страниц формата А4 (210 x 297 мм). При выполнении в печатном варианте: поля слева не менее 2 см, справа, сверху и снизу - не менее 1 см. Шрифт Times New Roman; кегль 14; интервал - полуторный (по всему тексту); абзацный отступ – 1,25 см; выравнивание основного текста – по ширине листа.

В контрольной работе используется сплошная нумерация страниц. Решение каждой задачи выполняется с новой страницы.

Задача №1. Растяжение и сжатие

Один конец стального вертикального бруса жестко закреплён, другой свободен. Общая длина бруса L (рис.1.1). Одна часть бруса, длина которой l , имеет постоянную по длине площадь поперечного сечения F_1 , другая часть - постоянную площадь F_2 . В сечении, отстоящем от свободного конца бруса на расстоянии c , действует сила P . Вес единицы объема материала $\gamma = 78 \text{ кН/м}^3$, модуль упругости $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

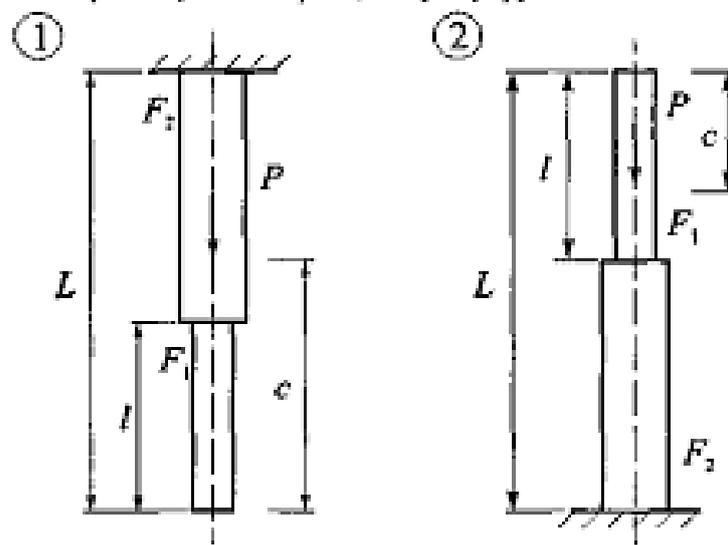


Рис.1.1. Схемы

Требуется:

1. Сделать схематический чертёж бруса (стержня) по заданным размерам, выбрать систему координат и разбить стержень на участки.
2. Определить внутренние усилия N_z и напряжения σ_z в стержне, т.е. составить аналитические выражения изменения N_z и σ_z по длине стержня и построить соответствующие эпюры, с учетом собственного веса.
3. Определить перемещение w сечения стержня в месте уступа, отстоящего от свободного конца бруса на расстоянии l .

Таблица 1

вариант	схема (рис.1.1)	L , м	c , м	l , м	F_1 , 10^{-4} м^2	F_2 , 10^{-4} м^2	P , кН
1	1	6	1	4,8	40	100	0,6
2	2	4	2	3,0	60	120	0,7
3	1	5	3	3,5	80	160	0,8
4	2	6	1	3,6	100	180	0,9
5	1	4	2	2,0	120	200	1,0
6	2	5	3	2,0	100	140	1,1
7	1	6	1	3,8	80	120	1,2
8	2	4	2	1,0	60	160	1,3
9	1	5	3	1,0	80	180	1,4
0	2	6	1	0,6	40	200	1,5

Задача №2. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса

Поперечное сечение бруса (рис.2.1) состоит из двух частей, соединенных в одно целое.

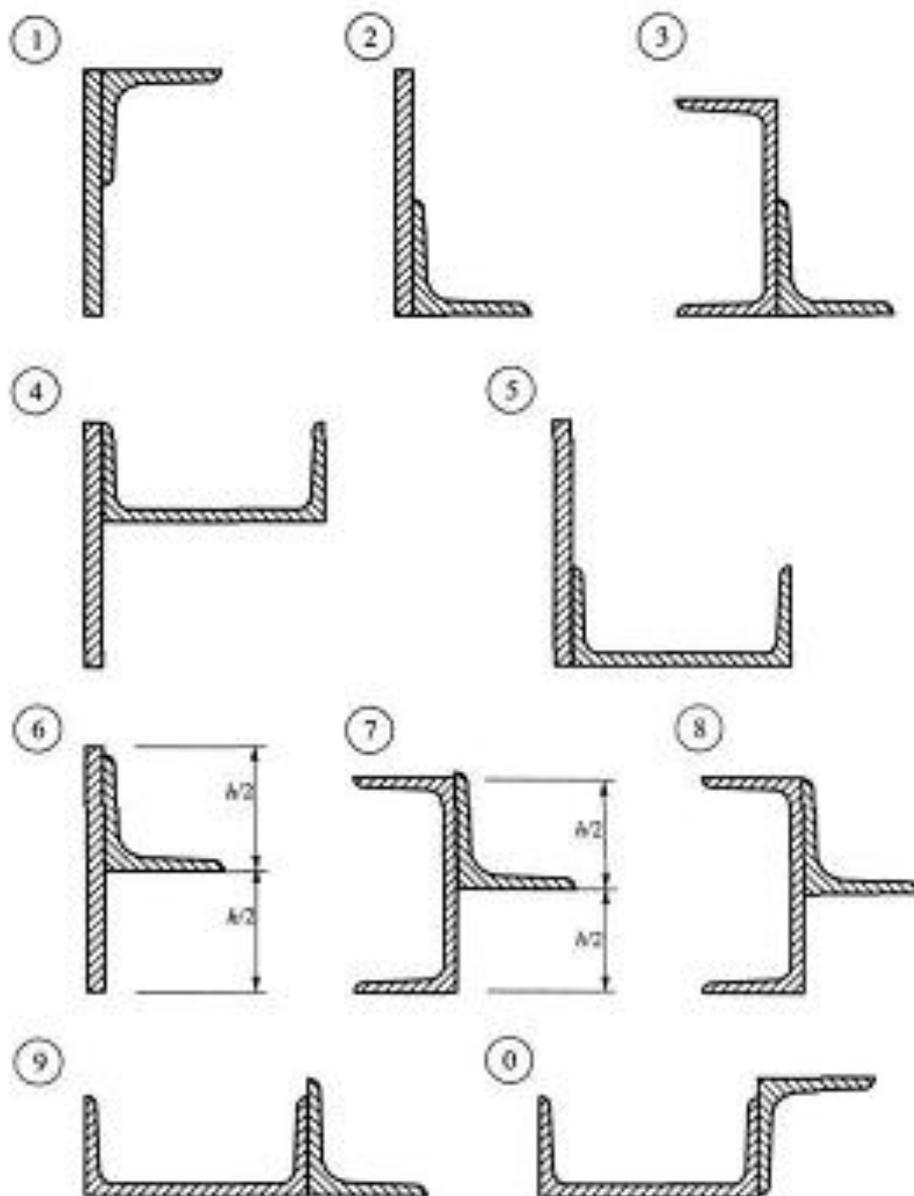


Рис.2.1. Схемы

Требуется:

1. Выбрать из сортамента геометрические характеристики для каждого из двух составляющих сечений.
2. Определить общую площадь составного сечения.
3. Определить положение центра тяжести составного сечения.

4. Определить осевые и центробежный моменты инерции составного сечения относительно осей, проходящих через центр тяжести составного сечения параллельно полкам.
5. Определить положение главных центральных осей, значения главных центральных моментов инерции, главных радиусов инерции составного сечения и проверить правильность вычисления моментов инерции.

Таблица 2

вариант	Схема (рис. 2.1)	Равнобокий уголок (ГОСТ 8509-93)	Швеллер (ГОСТ 8240-89)	Полоса
1	1	80x80x8	12	140x8
2	2	90x90x8	14	160x8
3	3	90x90x9	16	160x10
4	4	100x100x8	16а	180x10
5	5	100x100x10	18	200x8
6	6	100x100x12	18а	200x10
7	7	100x100x14	20	200x12
8	8	110x110x8	20а	220x10
9	9	125x125x10	24	250x10
0	0	125x125x12	24а	250x12

Задача №3. Кручение бруса

Стальной брус (вал) (рис.3.1) закручивается двумя парами сил, действующими в крайних сечениях. Момент каждой пары сил – M .

Модуль упругости при сдвиге для материала вала: $G = 8 \cdot 10^7 \text{ МПа}$.

Сечение 3 можно приближенно считать квадратным со стороной $0,8D$, т.к. срезы углов весьма незначительны.

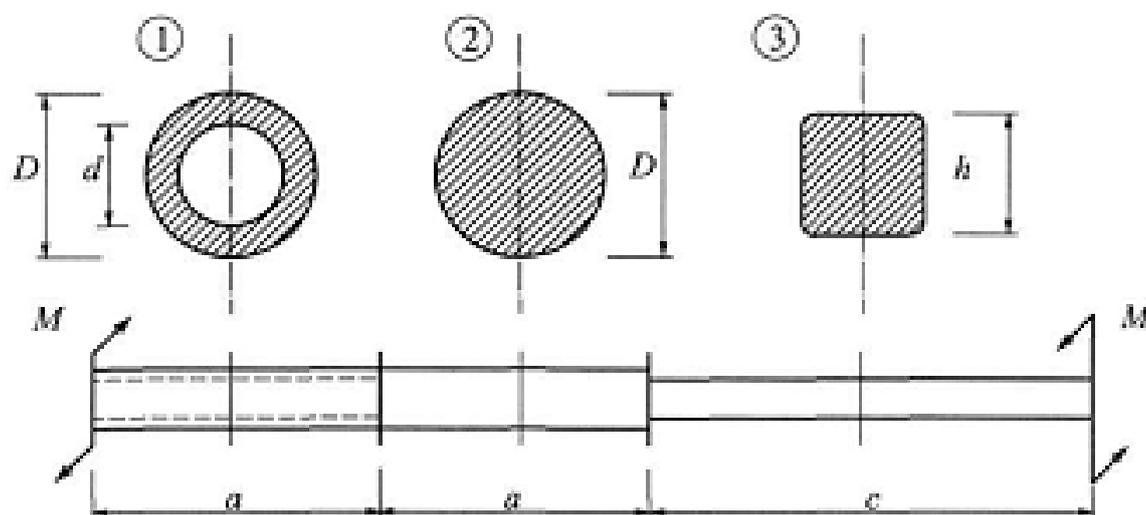


Рис.3.1 Расчетная схема

Требуется:

1. Определить внутренние усилия и построить соответствующую эпюру.
2. Определить допускаемую величину внешнего момента $[M]$.
3. Построить эпюры распределения касательных напряжений τ по сечениям вала при действии допускаемого внешнего момента $[M]$.
4. Построить эпюру углов закручивания φ .

Таблица 3

вариант	$D,$ 10^{-3} м	$d,$ 10^{-3} м	$a,$ 10^{-2} м	$c,$ 10^{-2} м	$R_{ср}$ МПа
1	110	33	30	80	90
2	120	48	35	90	95
3	130	65	40	100	100
4	40	24	45	120	105
5	50	40	50	140	110
6	60	18	55	150	90
7	70	28	60	160	95
8	80	40	65	170	100
9	90	54	70	175	105
0	100	80	75	180	110

Задача №4. Изгиб балки

На консольную балку – схема 1 (рис.4.1) и балку на двух опорах – схема 2 (рис.4.2) действует внешняя нагрузка.

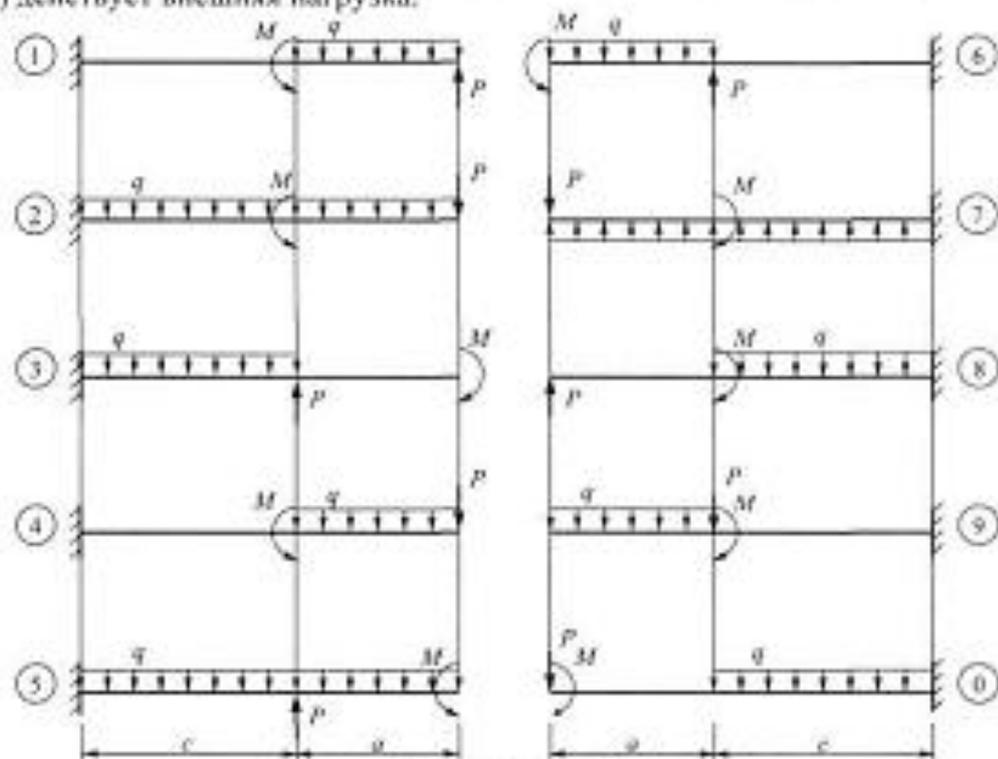


Рис.4.1. Схемы 1

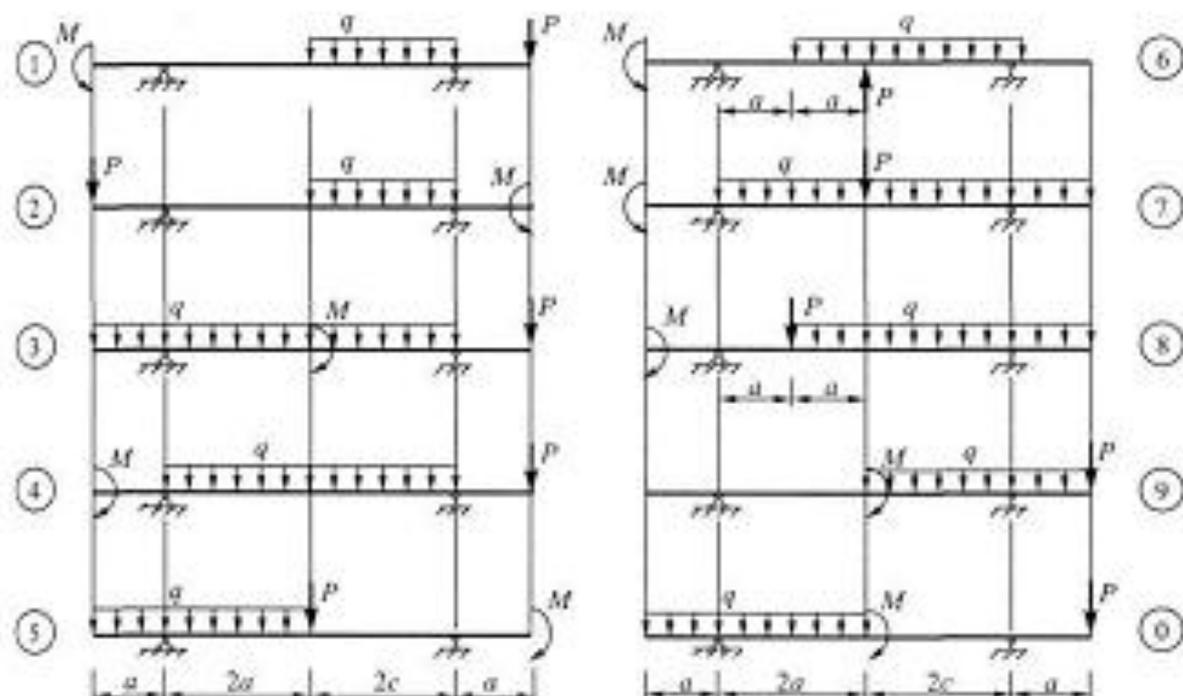


Рис.4.2. Схемы 2

Требуется:

1. Выбрать систему координат и разбить балку на участки.
2. Определить опорные реакции и выполнить их проверку.
3. Определить внутренние усилия в балке и построить соответствующие эпюры.
4. Подобрать поперечное сечение балки:
 - а) для схемы 1 – прямоугольное $h \times b$ при расчетном сопротивлении $R = 16 \text{ МПа}$ (клееная древесина) и соотношении $h / b = 1,5$;
 - б) для схемы 2 – двутавровое (ГОСТ 8239-89) при расчетном сопротивлении $R = 200 \text{ МПа}$ (сталь).

Таблица 4

вариант	схема 1 (рис.4.1)	схема 2 (рис.4.2)	c , м	P , кН	M , кН·м	a , м	q , кН/м
1	1	1	0,6	1,8	0,3	0,5	6
2	2	2	1,4	4,0	3,2	1,0	8
3	3	3	2,4	12,0	13,5	1,5	10
4	4	4	3,6	28,8	38,4	2,0	12
5	5	5	5,0	52,5	87,5	2,5	14
6	6	6	1,8	38,4	7,2	1,5	16
7	7	7	2,8	24,0	19,2	2,0	12
8	8	8	1,6	18,8	6,0	1,0	10
9	9	9	4,5	48,0	40,0	2,5	8
0	0	0	1,0	6,0	1,5	0,5	6

Задача №5. Перемещения при изгибе Метод начальных параметров

На консольную балку – схема 1 (рис.5.1) и балку на двух опорах – схема 2 (рис.5.2) действует внешняя нагрузка.

Модуль упругости материала балок $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Поперечные сечения балок:

- 1) схема 1 – трубчатое с внешним диаметром D и внутренним d ;
- 2) схема 2 – двутавровое (ГОСТ 8239-89).

Требуется определить методом начальных параметров:

1. Прогибы сечений в точке B .
2. Углы поворота сечений в точке B .

Таблица 5

вариант	схема 1 (рис.5.1)	схема 2 (рис.5.2)	b , м	c , м	l , м	P , кН	q , кН/м	M , кНм	D , 10^3 м	d , 10^3 м	Номер двутавра
1	1	1	0,9	1,3	1,0	0,8	0,8	1,0	120	72	20
2	2	2	1,0	1,2	1,1	0,9	0,9	1,2	130	91	20а
3	3	3	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0	1,5	140	70	22
4	4	4	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,6	150	90	22а
5	5	5	1,3	0,9	1,2	1,2	1,2	2,0	140	98	24
6	6	6	1,0	1,1	1,4	1,3	1,3	2,1	130	65	24а
7	7	7	1,2	1,0	1,0	1,4	1,4	2,4	120	84	20а
8	8	8	1,1	0,9	1,2	1,5	1,5	2,6	150	120	24
9	9	9	0,9	1,3	1,3	1,6	1,6	2,8	140	84	22
0	0	0	1,3	1,2	1,4	1,7	1,7	3,0	160	128	22а

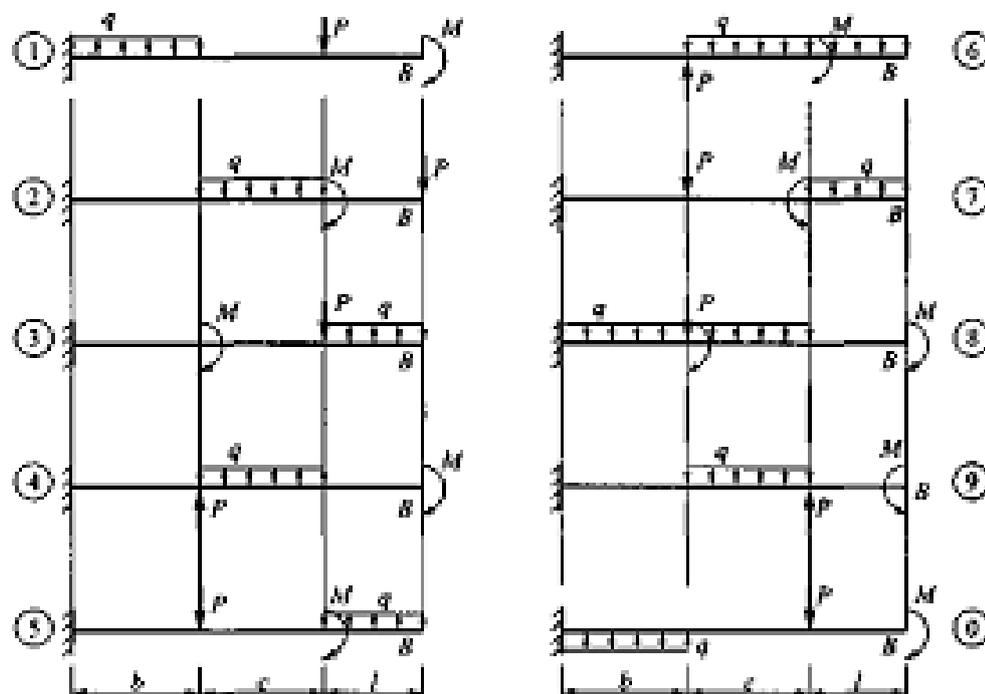


Рис.5.1. Схема 1

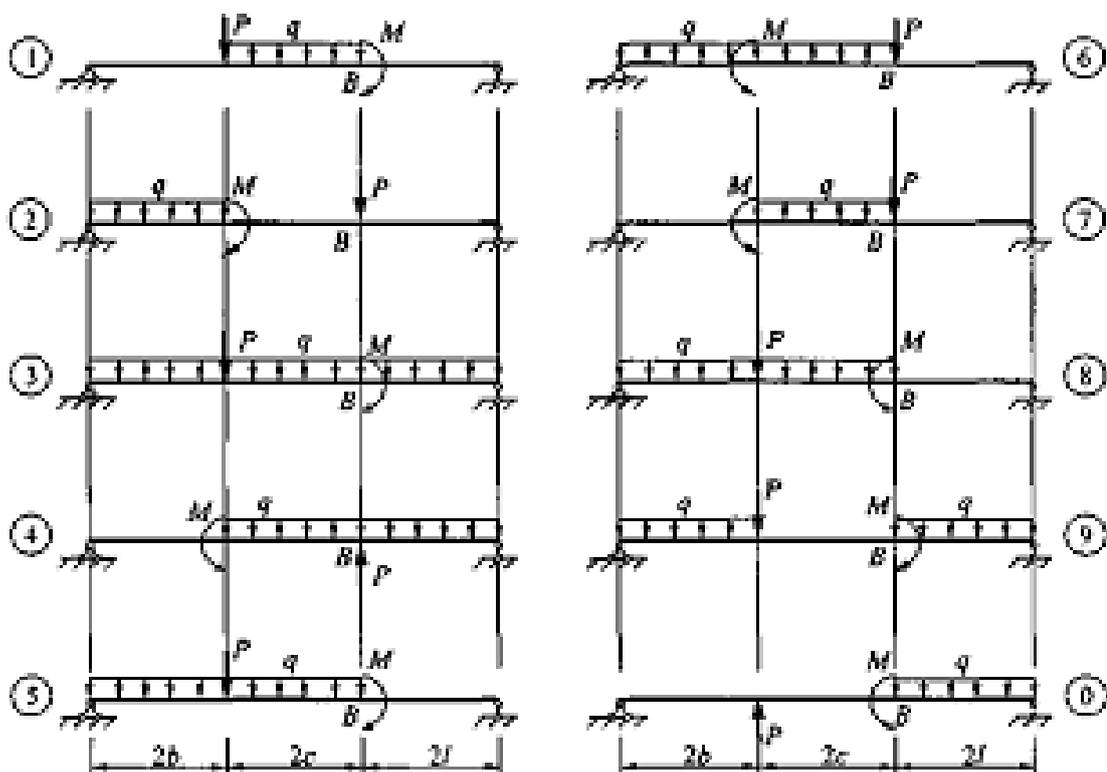


Рис. 5.2. Схема 2

Критерии оценивания контрольной работы:

- «зачтено» - **20-40 баллов** – контрольная работа оформлена в соответствии с требованиями, выполнена в полном объеме. Вариант соответствует заданному. Правильно решены учебно-профессиональные задачи, логично, последовательно и аргументировано изложено принятое решение. В работе соблюдена последовательность и методика решения задач. **Количество баллов может быть снижено**, если присутствуют некоторые неточности в решении задач или при защите работы.

- «не зачтено» - **0 баллов** – контрольная работа может быть не зачтена, если имеются грубые нарушения по ее оформлению или содержанию. Такие как: вариант не соответствует заданному; представленные решения не верные.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные понятия
2. Расчётная схема
3. Классификация внешних сил
4. Метод сечений (розу)
5. Внутренние силовые факторы при различных видах деформации
6. Построение эпюр внутренних силовых факторов
7. Эпюры внутренних усилий
8. Формулы Журавского для определения поперечной силы
9. Понятие о напряжениях
10. Понятия о деформациях
11. Виды нагружения (или виды деформации стержня)
12. Основное условие прочности. Условие жёсткости

13. Предельно-допускаемые напряжения
14. Растяжение – сжатие
15. Напряжения и расчёт на прочность
16. Абсолютная и относительная деформации бруса
17. Перемещения бруса при растяжении-сжатии
18. Статически неопределимые задачи
19. Наложение связей и статическая неопределимость задачи
20. Кручение
21. Построение эпюр крутящих моментов
22. Напряжение и расчёт на прочность
23. Геометрические характеристики плоских сечений
24. Деформация изгиба стержня квадратного сечения
25. Статические моменты сечения
26. Моменты инерции сечения
27. Моменты инерции сечения относительно параллельных осей
28. Главные моменты инерции и моменты инерции сложных сечений
29. Моменты сопротивления сечения
30. Моменты сопротивления сечения для круга, полукруга и трубчатого сечения
31. Рациональные формы поперечных сечений
32. Экономичные формы поперечных сечений
33. Рациональное сечение для балок из хрупких материалов
34. Изгиб. Классификации изгибов. Внутренние силовые факторы
35. Касательные напряжения при изгибе
36. Условие прочности при изгибе
37. Построение эпюр изгибающих моментов
38. Экстремум на эпюре изгибающих моментов
39. Определение перемещений в статически определимых системах расчёты на жёсткость
40. Правило Верещагина
41. Применение правила Верещагина при определении перемещения
42. Примеры определения перемещений при изгибе
43. Построение эпюры изгибающих моментов
44. Определение прогибов сечения
45. Определение угла поворота сечения
46. Сложное нагружение
47. Построение эпюры при косом изгибе (правило знаков)
48. Условие прочности при косом изгибе. Прогибы при косом изгибе
49. Внецентренное растяжение – сжатие
50. Построение нулевой линии при внецентренном растяжении-сжатии
51. Изгиб с кручением круглых валов
52. Расчёт на прочность пространственной рамы с ломанной осью
53. Устойчивость сжатых стержней
54. Определение критической силы по формуле Эйлера
55. Гибкость стержня
56. Определение критической силы с помощью эмпирической формулы
57. Определение критической силы с помощью дифференциального уравнения (точный метод определения $P_{кр}$)

58. Энергетический метод определения критической силы
59. Сжимающая сила и определение устойчивости стержня
60. Основные понятия и положение сопромата

Критерии оценки:

Общая сумма баллов по экзаменационному билету при правильном и полном ответе на все вопросы равна 30. Принципиально неверный ответ на один из вопросов оценивается в «минус 2 балла», отказ от ответа на какой-либо вопрос оценивается в «минус 5 баллов».

- Оценка «отлично» (25-30 баллов) выставляется студенту если:
 - на все вопросы даны исчерпывающие ответы;
 - ответы изложены грамотным научным и техническим языком, все термины употреблены корректно, все понятия раскрыты верно.
- Оценка «хорошо» (18-24 баллов) выставляется студенту если:
 - на все вопросы даны в целом верные ответы, но с отдельными неточностями, не носящими принципиального характера;
 - в ответах не все термины употреблены правильно, присутствуют отдельные некорректные утверждения.
- Оценка «удовлетворительно» (10-17 баллов) выставляется студенту если:
 - ответы на вопросы носят фрагментальный характер;
 - студент в целом, ориентируется в тематике пройденных тем учебной дисциплины, но испытывает проблемы с раскрытием отдельных вопросов.
- Оценка «неудовлетворительно» (менее 10 баллов) выставляется если:
 - студент имеет значительные пробелы в знаниях пройденного материала, допускает принципиальные ошибки в ответе на вопросы.