

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.16.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Механика. Сопротивление материалов**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
20.03.01 Техносферная безопасность

направленность (профиль)  
Промышленная безопасность и охрана труда

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	32	<b>32</b>
Лабораторные	18	<b>18</b>
Практические	64	<b>64</b>
Руководство:	-	-
Промежуточная аттестация	0,35	<b>0,35</b>
Контактная работа	114,35	<b>114,35</b>
Самостоятельная работа	102	<b>102</b>
Контроль	35,65	<b>35,65</b>
<b>Итого</b>	<b>252</b>	<b>252</b>

Рабочую программу составил(и):

Доцент, Растегаева И.И.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Доцент, кандидат технических наук, Разуваев А.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2030 г.**

СОГЛАСОВАНО

Директор института

«Институт инженерной и экологической безопасности»

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*(подпись)*

Л.Н. Горина

*(И.О. Фамилия)*

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Прикладная механика и инженерная графика»

(протокол заседания № 1 от «4» сентября 2025 г.).

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – научить будущих бакалавров правильно выбирать конструкционные материалы и конструктивные формы, обеспечивать высокие показатели надежности, долговечности и безопасности напряженных конструкций и узлов оборудования.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Физика», «Механика. Теоретическая механика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Промышленная безопасность и производственный контроль», «Производственная безопасность».

### 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1.2 Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	Знать: основы математического аппарата для проведения расчетов на прочность, жесткость, устойчивость в целях обеспечения безопасности
		Уметь: производить анализ расчетных схем, применять методы расчета в соответствии с поставленной задачей, анализировать полученный результат и делать выводы о работоспособности конструкции
		Владеть: основными методами расчета типовых конструкций для обеспечения безопасности

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении- сжатии, кручении и изгибе	Лек 1	Введение. Метод сечений. Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии, кручении, изгибе	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 1-7
	Пр 1	Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии и кручении	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 1
	Пр 2	Построение эпюр ВСФ при изгибе консольной балки	3	2	–	–	
	Лаб 1	Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной балке экспресс-методом по характерным сечениям	3	2	3	2	Комплект заданий для Лаб 1
	ИДЗ 1.1	Самостоятельное решение задач по теме: «Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии и кручении»	3	5	-	–	Комплект задач для ИДЗ 1.1.
	Лек 2	Основные принципы сопротивления материалов. Понятие о напряжении, деформации, перемещении. Основные виды расчетов	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 8-11
	Пр 3	Определение реакций в опорах двухопорной балке	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 3
	Пр 4	Построения эпюр ВСФ на двухопорной балке	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 4
	ИДЗ 1.2	Самостоятельное решение задач по теме: «Построение эпюр ВСФ на балках при изгибе балок»	3	11	-	–	Комплект задач для ИДЗ 1.2
	Лаб 2	Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной раме экспресс-методом по характерным сечениям	3	2	2	2	Комплект заданий для Лаб 2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 5	Построение эпюр ВСФ при изгибе плоской рамы	3	2	-	—	
	Пр 6	Построение эпюр ВСФ на пространственно-ломаном брусе	3	2	2	-	Комплект заданий для Пр 6
	ИДЗ 1.3	Самостоятельное решение задач по теме: "Построение эпюр ВСФ при изгибе рам"	3	11	-	—	Комплект задач для ИДЗ 1.3.
Модуль 2 Испытание материалов на растяжение и сжатие. Механические свойства материалов	Лек 3	Напряжения и деформации при растяжении-сжатии. Механические испытания материалов на растяжение и сжатие	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 12-17
	Лаб 3	Определение механических характеристик материала по результатам испытания на растяжение	3	2	2	2	Комплект заданий для Лаб 3
Модуль 3 Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии	Лек 4	Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии.	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 18-21
	Пр 7	Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии. Часть 1	3	2	-	—	
	Пр 8	Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии. Часть 2	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 8
	Пр 9	Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии. Часть 3	3	2	2	-	Комплект заданий для Пр 9
	ИДЗ 2	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии"	3	11	-	—	Комплект задач для ИДЗ 2
Модуль 4	Лек 5	Геометрические характеристики плоских сечений.	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 22-27

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Геометрические характеристики плоских сечений	Пр 10	Определение ЦТ и главных центральных моментов инерции сложного сечения	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 10
	ИДЗ 3.1	Самостоятельное решение задач по теме: "Определение ЦТ и главных центральных моментов инерции сложного сечения"	3	5	-	—	Комплект задач для ИДЗ 3.1
Модуль 5 Изгиб	Лек 6	Численные методы решения интеграла Мора. Дифференциальное уравнение упругой линии балки.	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 28-29,31-37
	Пр 11	Расчет на прочность при прямом изгибе из хрупкого материала	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 11
	Пр 12	Расчет на прочность при прямом изгибе из пластичного материала	3	2	-	—	
	Пр 13	Расчет на жесткость при прямом изгибе	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 13
	Лаб 4	Определение перемещений при прямом изгибе	3	2	2	2	Комплект заданий для Лаб 4
	ИДЗ 3.2	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость балок при прямом изгибе"	3	11	-	—	Комплект задач для ИДЗ 3.2
	Лек 7	Касательные напряжения при поперечном изгибе. Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 30,38,39
	Пр 14	Расчет на прочность при совместном действии двух прямых изгибов	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 14
	Пр 15	Расчет на прочность при совместном действии изгиба и растяжения-сжатия	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 15
	Лаб 5	Определение перемещений при косом изгибе	3	2	3	2	Комплект заданий для Лаб 5

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб	Защита и сдача лабораторных работ №№1-5	3	2	–	-	Комплект заданий для Лаб 1-4
	РД	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность при совместном действии изгиба в двух плоскостях и растяжения-сжатия"	3	12	-	–	Расчетные задания на платформе «Росдистант» №1
Модуль 6 Сдвиг и кручение	Лек 8	Сдвиг. Кручение стержней круглого сечения. Кручение стержней некруглого профиля	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 40-47
	Пр 16	Расчет на прочность и жесткость при кручении вала круглого поперечного сечения	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 16
Модуль 7 Статически неопредели мые системы	Лек 9	Метод сил применительно к трем видам деформации	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 48-49
	Пр 17	Расчет статически неопределимых систем при растяжении-сжатии	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 17
	Пр 18	Учет влияния температуры и неточности изготовления при раскрытии статической неопределимости	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 18
	Лек 10	Учет симметрии при раскрытии статической неопределимости	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 48-49
	Пр 19	Расчет статически неопределимых балок при изгибе	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 19
	Пр 20	Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы. Часть 1	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 20
	Пр 21	Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы. Часть 2	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 21
	Пр 22	Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы. Часть 3	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 22

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб 6	Определение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки	3	2	3	2	Комплект заданий для Лаб 6
	Лек 11	Напряженное и деформированное состояние в точке	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 50-52
Модули 1-7	ПА	Промежуточная аттестация	3	0,35	—	—	
Модуль 8 Сложное сопротивле ние	Лек 12	Теории предельного состояния. Общий случай нагружения	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 53-54
	Пр 23	Расчет на прочность стержня круглого поперечного сечения в условиях сложного сопротивления	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 23
	Пр 24	Расчет на прочность стержня прямоугольного поперечного сечения в условиях сложного сопротивления	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 24
	ИДЗ 4	Самостоятельное решение задач по теме "Расчет на прочность при сложном сопротивлении"	3	12	-	—	Комплект задач для ИДЗ 4
	Лаб 7	Определение перемещений свободного конца ломаного бруса	3	2	3	2	Комплект заданий для Лаб 7
	Пр 25	Определение перемещений в пространственной раме	3	2	-	—	
Модуль 9 Устойчивос ть сжатых стержней	Лек 13	Устойчивость сжатых стержней	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 55-60
	Пр 26	Расчет сжатых стоек на грузоподъемность по устойчивости	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 26
	Пр 27	Расчет сжатых стоек на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 27



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 28	Проектировочный расчет сжатых стоек на устойчивость	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 28
	РД	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет сжатой стойки на устойчивость"	3	12	-	—	Расчетные задания на платформе «Росдистант» №2
	Лаб	Защита и сдача лабораторных работ №№6-7	3	2	—	-	Комплект заданий для Лаб 5-7
Модуль 10 Выносливость	Лек 14	Расчет на выносливость при одноосном и двухосном напряженном состоянии	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 61-64
	Пр 29	Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках	3	2	2	-	Комплект заданий для Пр 29
	РД	Самостоятельное решение задач по теме "Расчет на прочность вала при повторно-переменных нагрузках"	3	12	-	—	Расчетные задания на платформе «Росдистант» №3
Модуль 11 Колебания. Удар	Лек 15	Колебания механических систем с одной степенью свободы.	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 65-66
	Пр 30	Расчет на прочность подмоторных балок	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 30
	Лек 16	Расчет на прочность и жесткость при ударе	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 67-70
	Пр 31	Расчет на прочность и жесткость балки при поперечном ударе	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 31
	Пр 32	Итоговый тест	3	2	100	—	Итоговое тестирование
Модуль 1-11	Псщ	Посещаемость	3	-	10	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Контр.	Контроль	3	35,65	-	-	
	РД	Расчетные задания на платформе «Росдистант»	3	-	20		Расчетные задания на платформе «Росдистант» №1-3
	ББ	Выполнение и защита индивидуальных домашних работ	3	-	20	-	Комплект задач для ИДЗ 1-4
<b>Итого:</b>				<b>252</b>	<b>220</b>		

**Схема расчета итогового балла: (Текущий рейтинг + Результат итогового тестирования)/2 + ББ (если ББ предусмотрены)**

## **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Механика. Сопротивление материалов» используются следующие образовательные технологии:

- технологии традиционного обучения в форме лекций, лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы студентов;
- технология балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов, включая тестирование как форму итогового контроля знаний студентов;
- элементы проблемного обучения в виде наличия вопросов проблемного характера в индивидуальных домашних заданиях и требований анализа полученных результатов с последующим выводом по решению задачи.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

1. Изучение теоретической части темы каждого модуля следует сразу закреплять на решении задач по данной теме.
2. Приступая к решению любой задачи, следует внимательно прочитать постановку задачи и, в соответствие с ней, выбирать алгоритм решения.
3. При оформлении решения задач рекомендуется строго следовать типовым алгоритмам и заканчивать выводами по результатам расчета.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК-1	Комплект заданий для практических занятий №№1-22
		Тестовые задания №№1-2453
		ИДЗ №№1-4
		Комплект заданий для лабораторных работ №№1-7
		Вопросы к экзамену №№1-70
		Расчетные задания на платформе «Росдистант» №№1-3

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

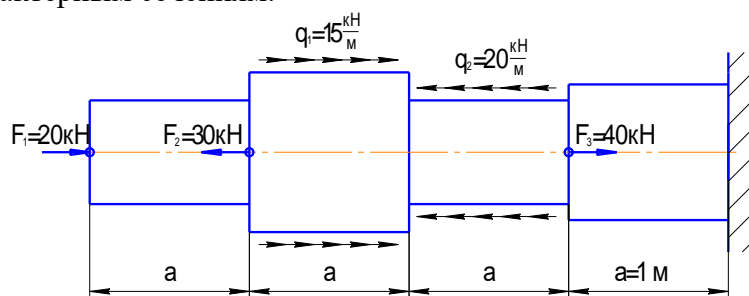
#### 7.2.1 Комплект заданий для практических занятий

**Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении-сжатии и кручении»**

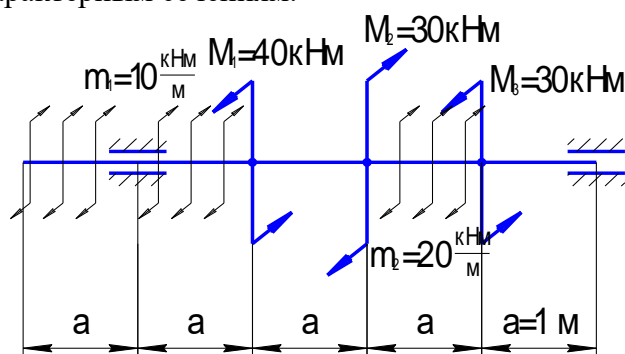
#### Практическое занятие 1

##### Типовой пример задания №1

**Задача 1.** Для данной расчетной схемы построить эпюру продольной силы  $N$ , используя метод построения по характерным сечениям.



**Задача 2.** Для данной расчетной схемы построить эпюру крутящего момента  $M_z$ , используя метод построения по характерным сечениям.

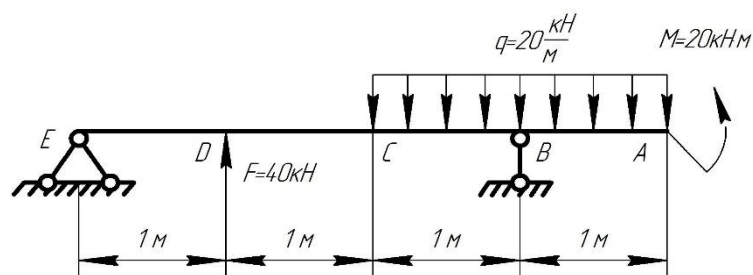


**Тема: «Определение реакций в опорах двухопорной балке»**

#### Практическое занятие 3

##### Типовой пример задания №2

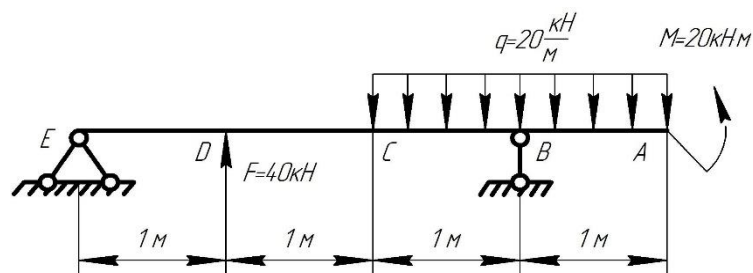
Определить реакции в опорах данной балке.



**Тема: «Построение эпюр ВСФ на двухопорной балке»**  
**Практическое занятие 4**

**Типовой пример задания №3**

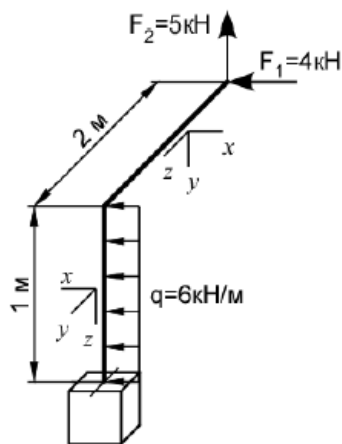
Для данной расчетной схемы построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента, используя основные закономерности и определяя значения внутренних силовых факторов в характерных сечениях.



**Тема: «Построение эпюр ВСФ на пространственно-ломаном брусе»**  
**Практическое занятие 6**

**Типовой пример задания №4**

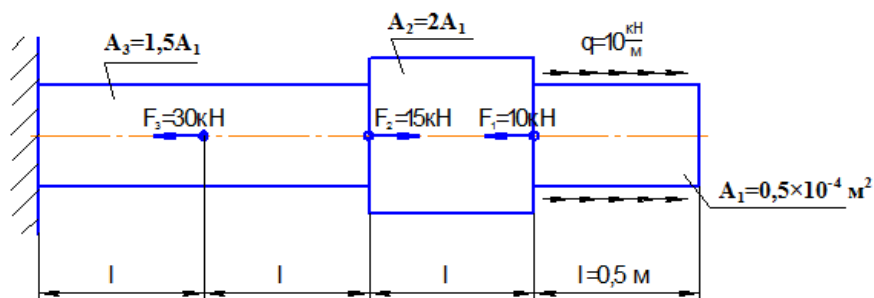
Для заданной расчетной схемы пространственной рамы построить эпюры внутренних силовых факторов, используя метод построения по характерным сечениям.



**Тема: «Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии»**  
**Практическое занятие №8-9**

**Типовой пример задания №5**

Стержень круглого поперечного сечения нагружен осевыми силами. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ . Произвести проверку прочности и жесткости стержня. Спроектировать стержень круглого поперечного сечения равного сопротивления растяжению-сжатию. Сравнить по расходу материала заданный стержень с равнопрочным. Принять:  $[\sigma] = 160$  МПа,  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа.  $[\delta] = 1,6 \cdot 10^{-3}$  м.

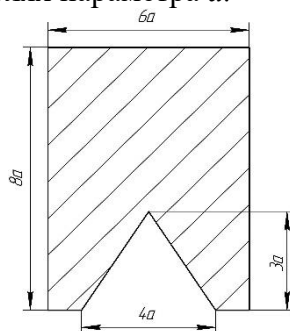


**Тема: «Определение центра тяжести и главных центральных моментов инерции сложного сечения»**

**Практическое занятие №10**

**Типовой пример задания №6**

Для заданного сложного сечения определить положение центра тяжести и найти главные центральные моменты инерции в долях параметра  $a$ .

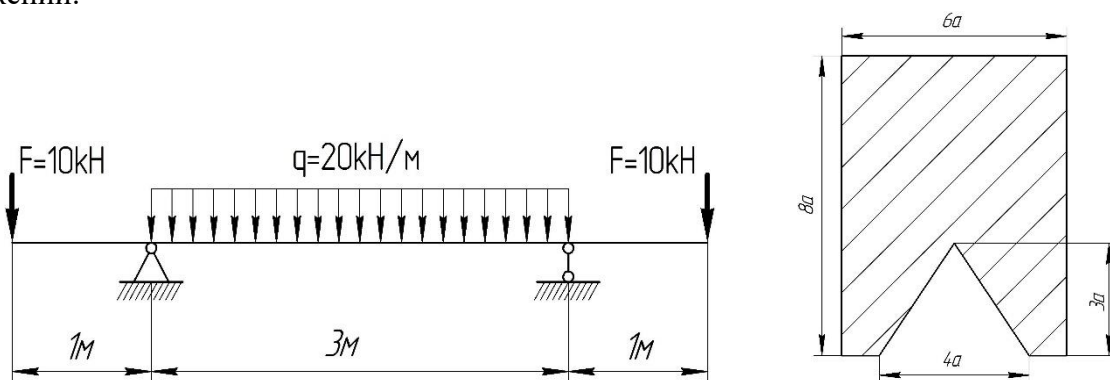


**Тема: «Расчет на прочность при прямом изгибе из хрупкого материала»**

**Практическое занятие №11**

**Типовой пример задания №7**

Для данной балки, изготовленной из хрупкого материала с допускаемыми напряжениями  $[\sigma]_p = 100$  МПа,  $[\sigma]_c = 150$  МПа, определить из условия прочности характерный размер  $a$  сложного поперечного сечения, предварительно решив вопрос о его рациональном положении.

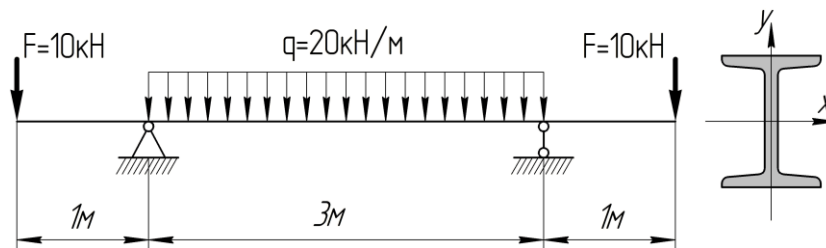


**Тема: «Расчет на жесткость при прямом изгибе»**

**Практическое занятие №13**

**Типовой пример задания №8**

Двухопорная балка двутаврового сечения, изготовленная из стали Ст3, нагружена системой поперечных сил и изгибающих моментов:

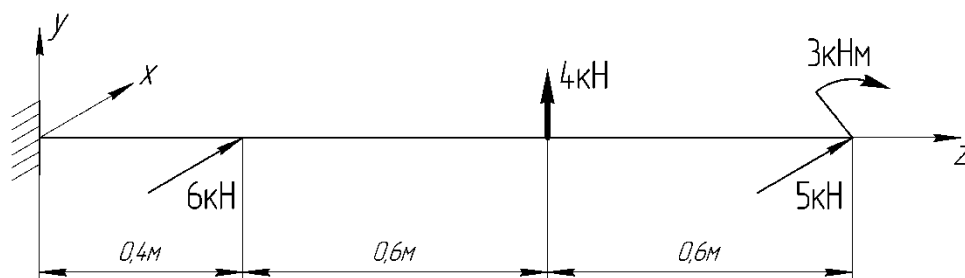


Провести проверку жесткости балки, если её поперечное сечение – двутавр №16 с осевым моментом инерции  $I_x = 873 \text{ см}^4$ . Принять:  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ,  $[\delta] = 0,001L$  (где  $L$  – расстояние между опорами).

### Тема: «Расчет на прочность при совместном действии двух прямых изгибов» Практическое занятие №14

#### Типовой пример задания №9

Консольный стержень прямоугольного сечения нагружен системой поперечных сил и изгибающих моментов, действующих в двух взаимно перпендикулярных плоскостях:

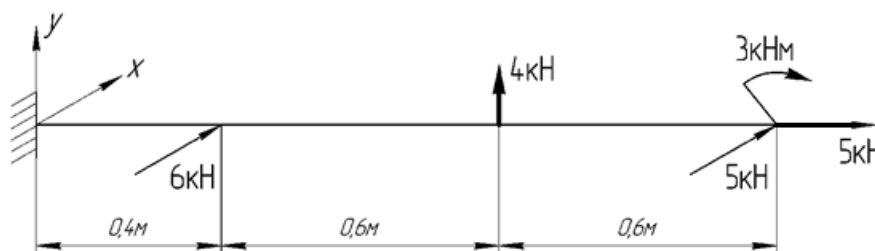


Длина стержня  $l = 1,6 \text{ м}$ , а соотношение сторон прямоугольного сечения  $h/b = 1,5$ . Стержень изготовлен из стали Ст3 с допускаемым напряжением  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ . Определить из условия прочности характерный размер  $b$  прямоугольного сечения.

### Тема: «Расчет на прочность при совместном действии изгиба и растяжения-сжатия» Практическое занятие №15

#### Типовой пример задания №10

Консольный стержень прямоугольного сечения нагружен системой поперечных сил и изгибающих моментов, действующих в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, а также продольной силой:



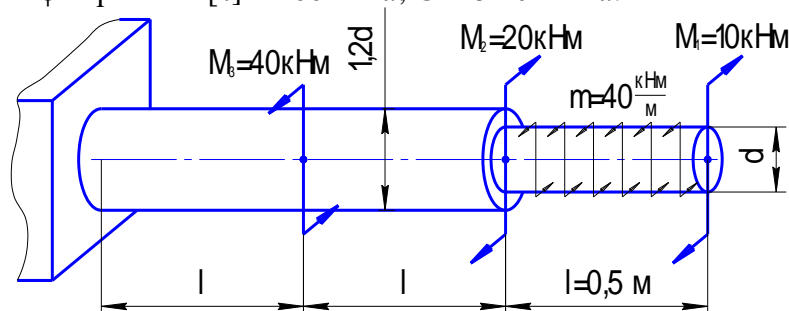
Соотношение сторон прямоугольного сечения  $h/b = 1,5$ . Стержень изготовлен из стали Ст3 с допускаемым напряжением  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ . Определить положение опасных точек и нейтральной линии в опасном сечении, а также найти из условия прочности по изгибу характерный размер  $b$  прямоугольного сечения. Определить смещение нейтральной линии от центра тяжести сечения и вычислить перенапряжение от действия продольной силы. Дать оценку прочности.

**Тема: «Расчет на прочность и жесткость при кручении вала круглого поперечного сечения»**

**Практическое занятие №16**

**Типовой пример задания №11**

Для данного консольного вала определить из условия прочности величину допускаемого диаметра сечения  $[d]$ , предварительно построив эпюры  $M_z$  и  $\tau$ . Для полученных размеров сечения определить максимальный абсолютный угол закручивания вала, построив эпюру углов закручивания  $\varphi$ . Принять:  $[\tau] = 100 \text{ МПа}$ ,  $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ .

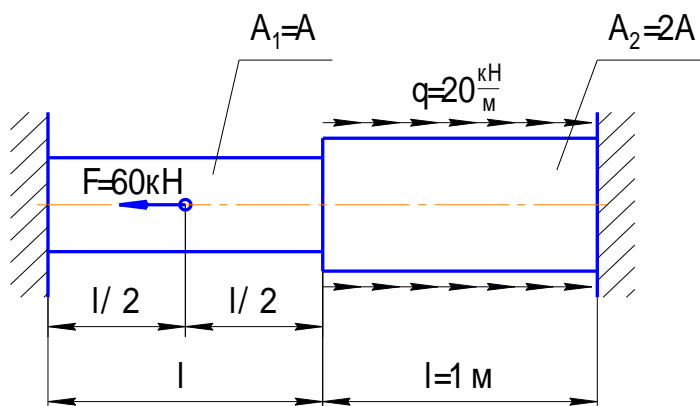


**Тема: «Расчет статически неопределимых систем при растяжении-сжатии»**

**Практическое занятие №17**

**Типовой пример задания №12**

Двухступенчатый брус с жестко зашечленными концами нагружен системой осевых нагрузок. Определить из условия прочности величину допускаемой площади поперечного сечения бруса  $[A]$ , если известна величина допускаемого напряжения  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ , модуль упругости  $E = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$ .

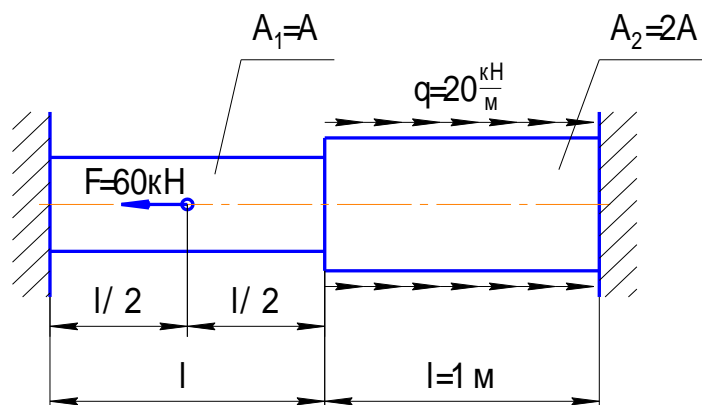


**Тема: «Учет влияния температуры и неточности изготовления при раскрытии статической неопределимости»**

**Практическое занятие №18**

**Типовой пример задания №13**



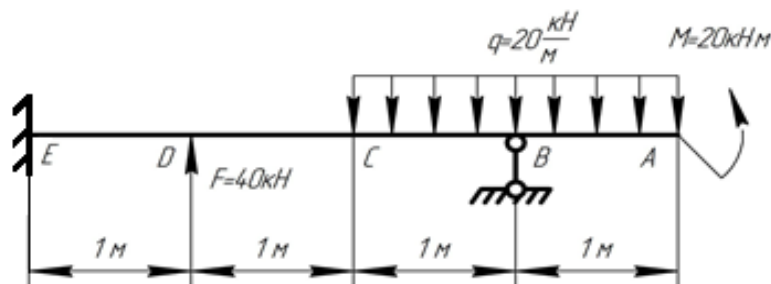


Определить, как изменится  $[A]$ , если брус дополнительно к воздействию нагрузок будет нагрет на величину  $\Delta t = 40^\circ\text{C}$  и если учесть, что брус изготовлен короче заданной длины на  $\delta = 0,01\%(\ell_1 + \ell_2)$ . Коэффициент линейного расширения  $\alpha = 1,25 \times 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$ , модуль упругости  $E = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$ .

**Тема: «Расчет статически неопределимых балок при изгибе»**  
**Практическое занятие №19**

**Типовой пример задания №14**

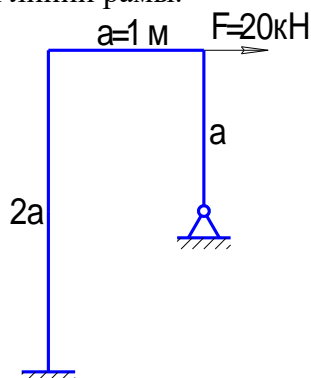
Для данной балки раскрыть статическую неопределимость, подобрать из условия прочности в качестве поперечного двутавровый профиль, если  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ .



**Тема: «Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы»**  
**Практическое занятие №20-22**

**Типовой пример задания №15**

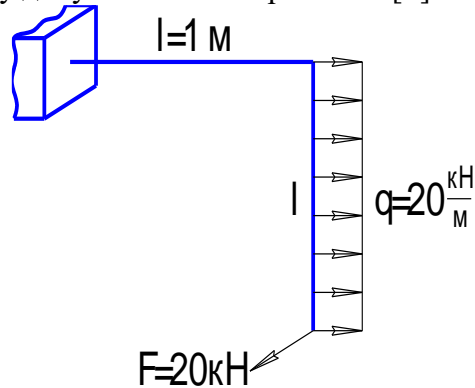
Для данной рамной конструкции подобрать из условия прочности в качестве поперечного сечения элементов двутавровый профиль, если жесткость сечений всех элементов одинакова  $EI = \text{const}$ ,  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ . Определить горизонтальное перемещение узловых точек и построить примерный вид упругой линии рамы.



**Тема: «Расчет на прочность стержня круглого поперечного сечения в условиях сложного сопротивления»**  
**Практическое занятие №23-24**

### Типовой пример задания №16

Для данной консольной рамы, изготовленной из единого прутка и нагруженной пространственной системой сил, подобрать из условия прочности размеры двух видов поперечного сечения: круглого с диаметром  $d$  и прямоугольного с соотношением сторон  $h/b=2$ . Определить, какое сечение является более эффективным с точки зрения расхода материала. Принять величину допускаемого напряжения  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ .

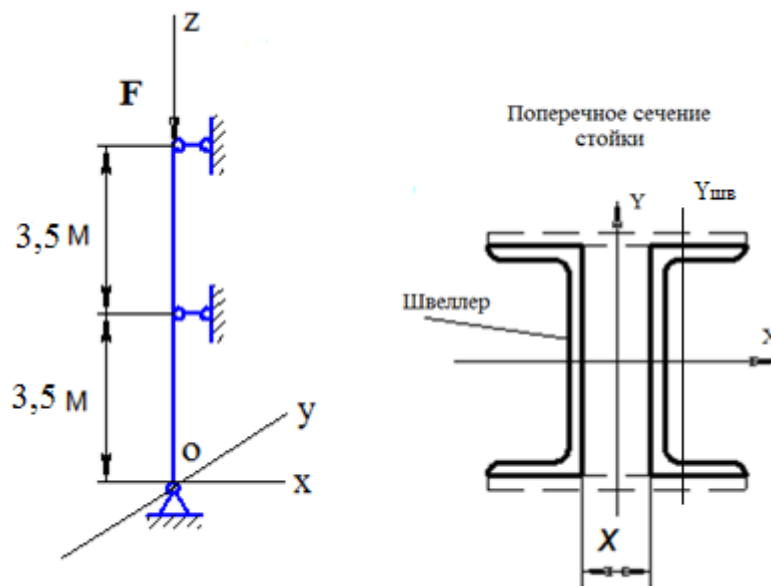


### Тема: «Расчет сжатых стоек на грузоподъемность по устойчивости»

#### Практическое занятие №26

### Типовой пример задания №17

Стойка, имеющая поперечное сечение в виде двух швеллеров № 12, нагружена осевой сжимающей нагрузкой  $F$ . Материал стойки Ст2 с  $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$ . Условия закрепления одинаковы в плоскостях  $xoz$  и  $yoz$ .



Требуется определить:

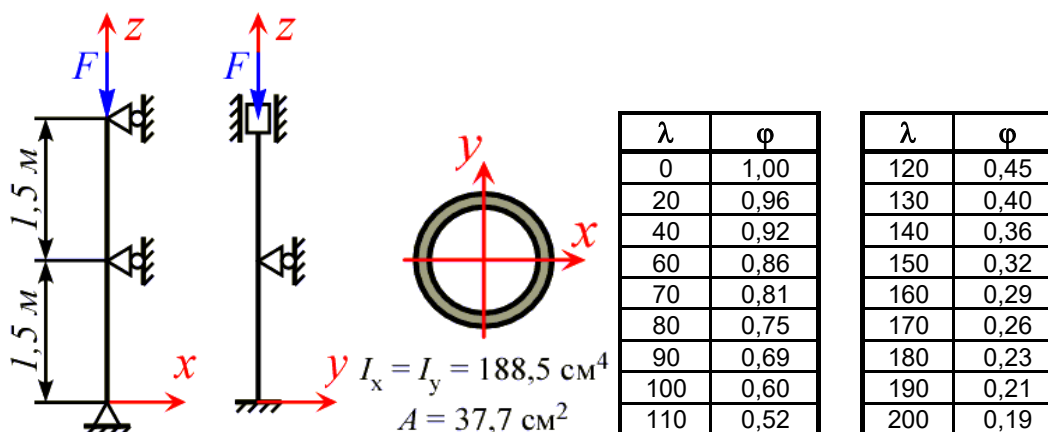
- Расстояние «X» между ветвями стойки, обеспечивающее равноустойчивость конструкции.
- Величину допускаемой нагрузки, используя коэффициент продольного изгиба.
- Величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости.

### Тема: «Расчет сжатых стоек на устойчивость по коэффициенту $\varphi$ »

#### Практическое занятие №27

### Типовой пример задания №18

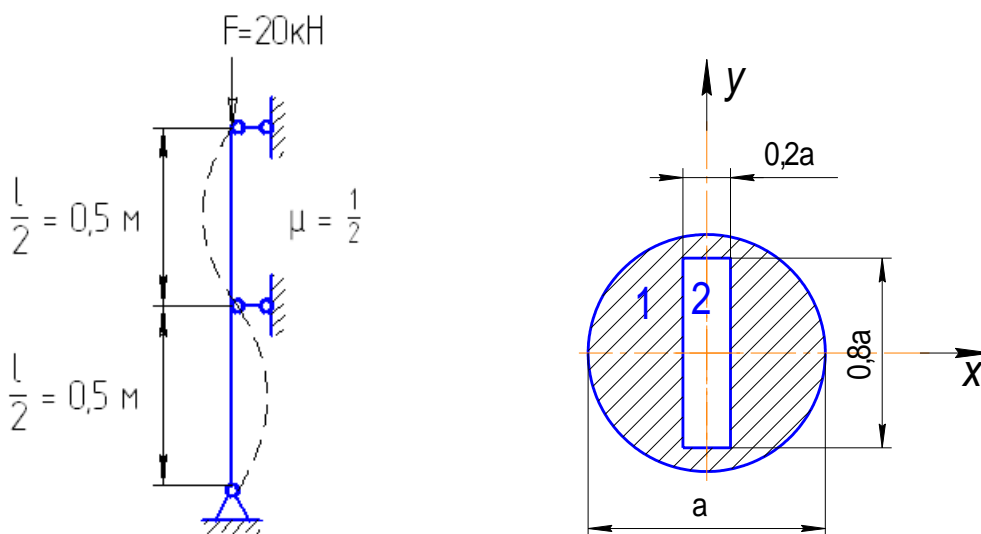
Для центрально сжатого стержня с различными условиями закрепления в плоскостях  $xz$  и  $yz$ , изготовленного из материала с допускаемым напряжением на сжатие 160 МПа, определить величину допускаемой силы с помощью коэффициента продольного изгиба.



### Тема: «Проектировочный расчет сжатых стоек на устойчивость» Практическое занятие №28

#### Типовой пример задания №19

Стойка длиной  $\ell = 1$  м с шарнирно опертыми концами и промежуточной шарнирной опорой посередине сжимается силой  $F = 20$  кН. Подобрать величину размера  $a$  поперечного сечения стойки, обеспечив ее устойчивость, если допускаемое напряжение на сжатие  $[\sigma]_c = 160$  МПа. Для спроектированной стойки определить величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости.



### Тема: «Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках» Практическое занятие №29

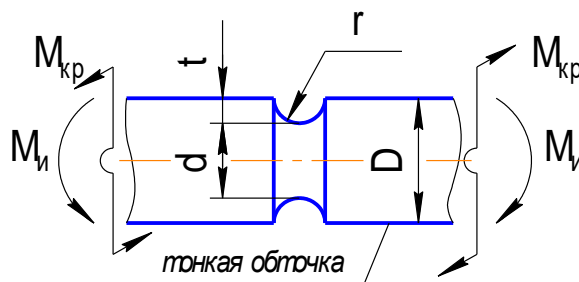
#### Типовой пример задания №20

Участок вала с концентратором напряжений в виде выточки подвергается совместному действию изгиба и кручения. Значение изгибающего момента изменяется в диапазоне:

$M_{и}^{max} = 0,8$  кНм,  $M_{и}^{min} = -0,8$  кНм, крутящего момента –  $M_{кр}^{max} = 2$  кНм,  $M_{кр}^{min} = 0$ . Значения

геометрических размеров вала:  $D = 55$  мм,  $d = 50$  мм,  $r = 2$  мм,  $t = \frac{D-d}{2}$ . Вал изготовлен из стали 40ХН с механическими характеристиками:  $\sigma_b = 1000$  МПа,  $\sigma_T = 800$  МПа,  $\sigma_{-1} = 400$  МПа,

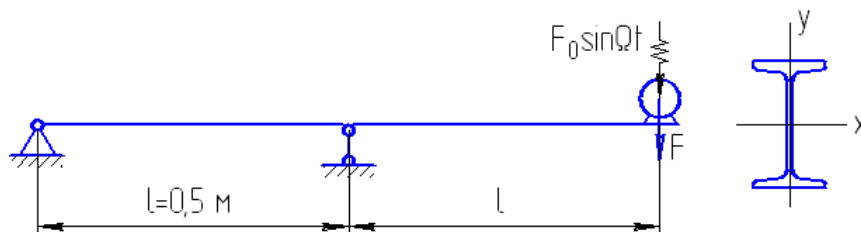
$\tau_T = 390 \text{ МПа}$ ,  $\tau_{-1} = 240 \text{ МПа}$ . Требуется определить коэффициент запаса по выносливости и по текучести и сделать выводы о наиболее вероятном механизме разрушения.



### Тема: «Расчет на прочность подмоторных балок» Практическое занятие №30

#### Типовой пример заданиям №21

На консольном участке двухопорной балки, изготовленной из двутавра №10, установлен электродвигатель весом  $F = 0,2 \text{ кН}$ . Число оборотов электродвигателя  $N = 600 \text{ об/мин}$ . Амплитудное значение центробежной силы, возникающей при вращении ротора,  $F_0 = 0,2F$ .

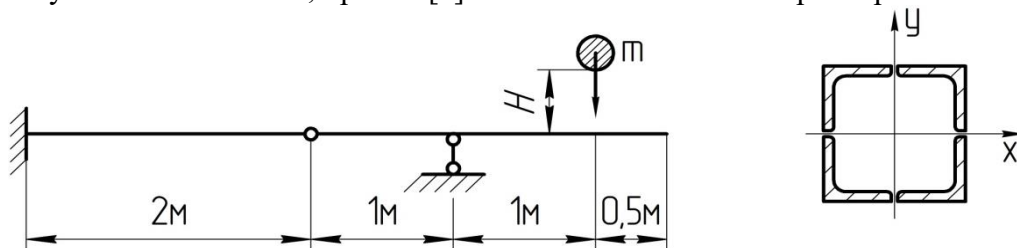


Произвести проверочный расчет на прочность подмоторной балки и определить значение  $\ell$ , при котором возможно наступление резонанса. Сопротивлением среды пренебречь. Допускаемое напряжение  $[\sigma]$  принять равным  $160 \text{ МПа}$ .

### Тема: «Расчет на прочность и жесткость балки при поперечном ударе» Практическое занятие №31

#### Типовой пример задания №22

На заданную балку с высоты  $H = 0,5 \text{ м}$  свободно падает абсолютно жесткое тело массой  $m$ . Поперечное сечение балки составное – состоит из четырех стальных равнобоких уголков №10, сваренных между собой. Определить допустимую величину массы падающего тела  $[m]$ , при которой будет обеспечена прочность балки, если  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ ,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ . Проверить выполнение условия жесткости, приняв  $[\delta] = 3 \text{ мм}$ . Массой балки пренебречь.



#### Регламент выполнения

1. Приступая к решению любой задачи, следует внимательно прочитать постановку задачи и, в соответствие с ней, выбрать алгоритм решения.
2. При оформлении решения задач рекомендуется строго следовать типовым алгоритмам и заканчивать выводами по результатам расчета.

#### Критерии оценки:

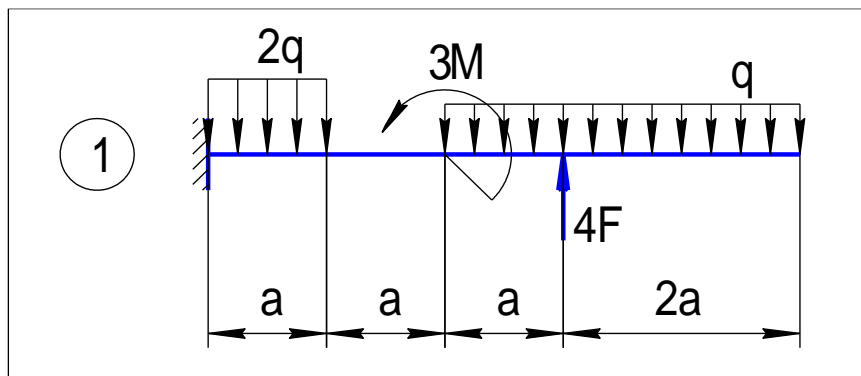
- 2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.
- 1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.
- 0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.2. Комплект заданий для лабораторных работ

#### Лабораторно-практическая работа №1 «Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной балке экспресс-методом по характерным сечениям»

##### Типовой пример задания

Построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента на консольной балке экспресс – методом. Выполнить проверку правильности построения и сделать выводы.



##### Регламент выполнения

1. Приступая к выполнению лабораторной работе, следует внимательно прочитать постановку задачи, порядок выполнения и примером теоретического расчета.
2. При оформлении работы рекомендуется строго следовать бланку отчета и заканчивать выводами по результатам расчета.

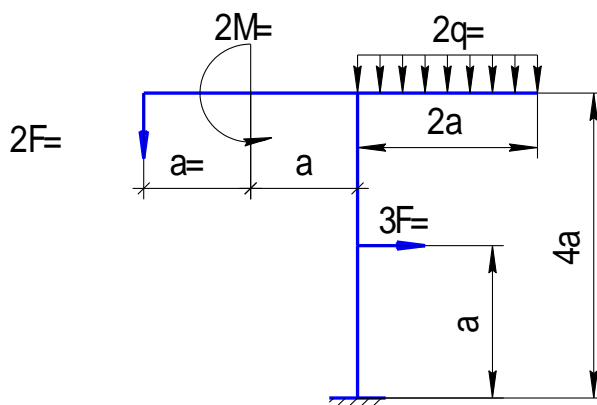
##### Критерии оценки:

- 3 балла - если работа выполнена правильно в объеме 80-100%.
- 2 балл - если работа выполнена правильно в объеме 60-80%.
- 1 балл - если работа выполнена правильно в объеме 40-60%.
- 0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

#### Лабораторно-практическая работа №2 «Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной раме экспресс-методом по характерным сечениям»

##### Типовой пример задания

Построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента на консольной раме экспресс – методом. Выполнить проверку правильности построения и сделать выводы.



##### Регламент выполнения

1. Приступая к выполнению лабораторной работе, следует внимательно прочитать постановку задачи, порядок выполнения и примером теоретического расчета.
2. При оформлении работы рекомендуется строго следовать бланку отчета и заканчивать выводами по результатам расчета.

**Критерии оценки:**

2 балла - если работа выполнена правильно в объеме 70-100%.

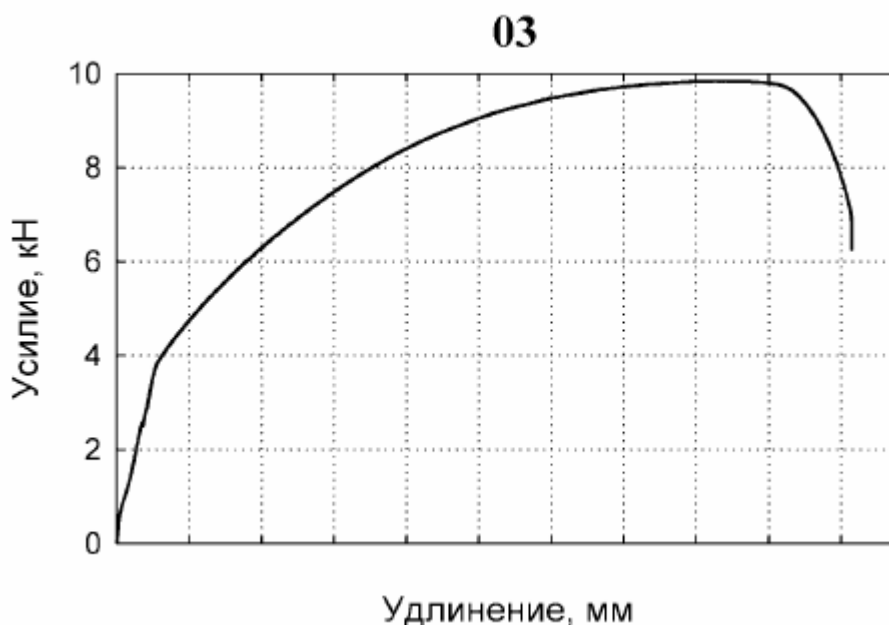
1 балл - если работа выполнена правильно в объеме 40-70%.

0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

**Лабораторно-практическая работа №3 «Определение механических характеристик материала по результатам испытания на растяжение»**

**Типовой пример задания**

Определить механические характеристики материала образца и перестроить машинную диаграмму в условную диаграмму для заранее испытанного образца, выданного преподавателем вместе с протоколом, включающим машинную диаграмму и размеры образца до испытания.



**Регламент выполнения**

1. Приступая к выполнению лабораторной работе, следует внимательно прочитать постановку задачи, порядок выполнения и примером теоретического расчета.
2. При оформлении работы рекомендуется строго следовать бланку отчета и заканчивать выводами по результатам расчета.

**Критерии оценки:**

2 балла - если работа выполнена правильно в объеме 70-100%.

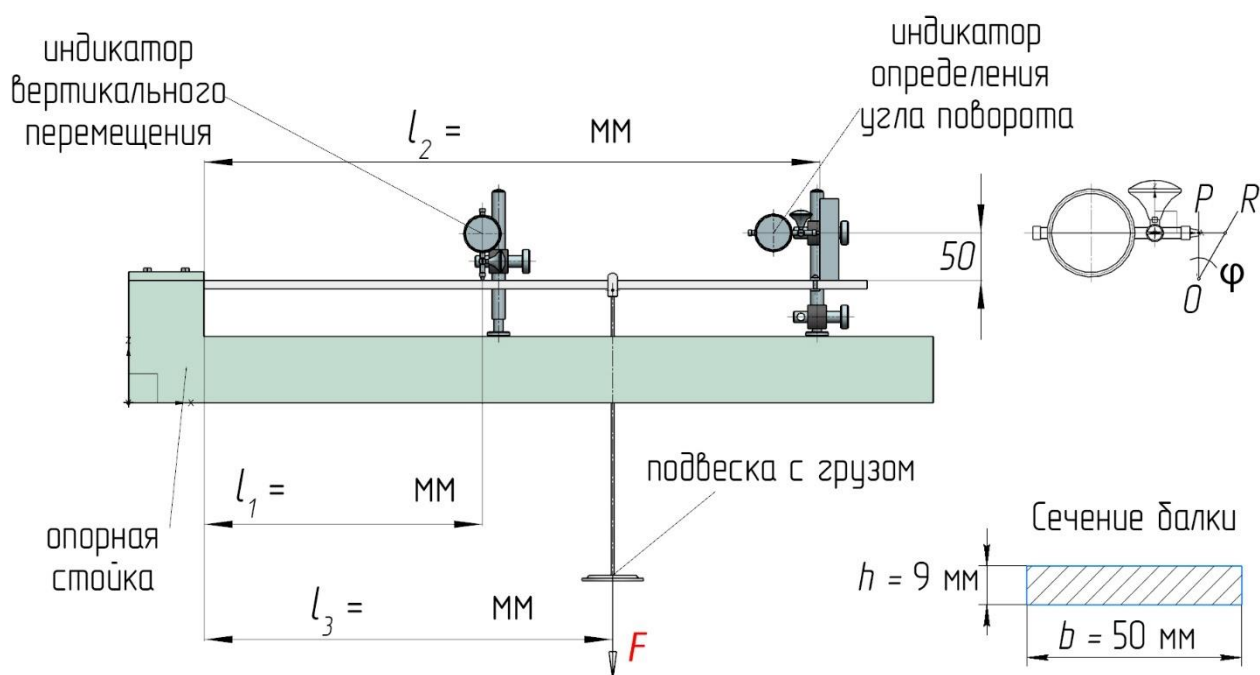
1 балл - если работа выполнена правильно в объеме 40-70%.

0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

**Лабораторная работа №4 «Определение перемещений при прямом изгибе»**

**Типовой пример задания**

Экспериментально и теоретически определить величины прогибов и углов поворота в указанных сечениях балки, сравнить полученные результаты и сделать выводы.



#### Регламент выполнения

1. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с техникой безопасности.
2. Приступая к выполнению лабораторной работе, следует внимательно прочитать постановку задачи, порядок выполнения и примером теоретического расчета.
3. При оформлении работы рекомендуется строго следовать бланку отчета и заканчивать выводами по результатам расчета.

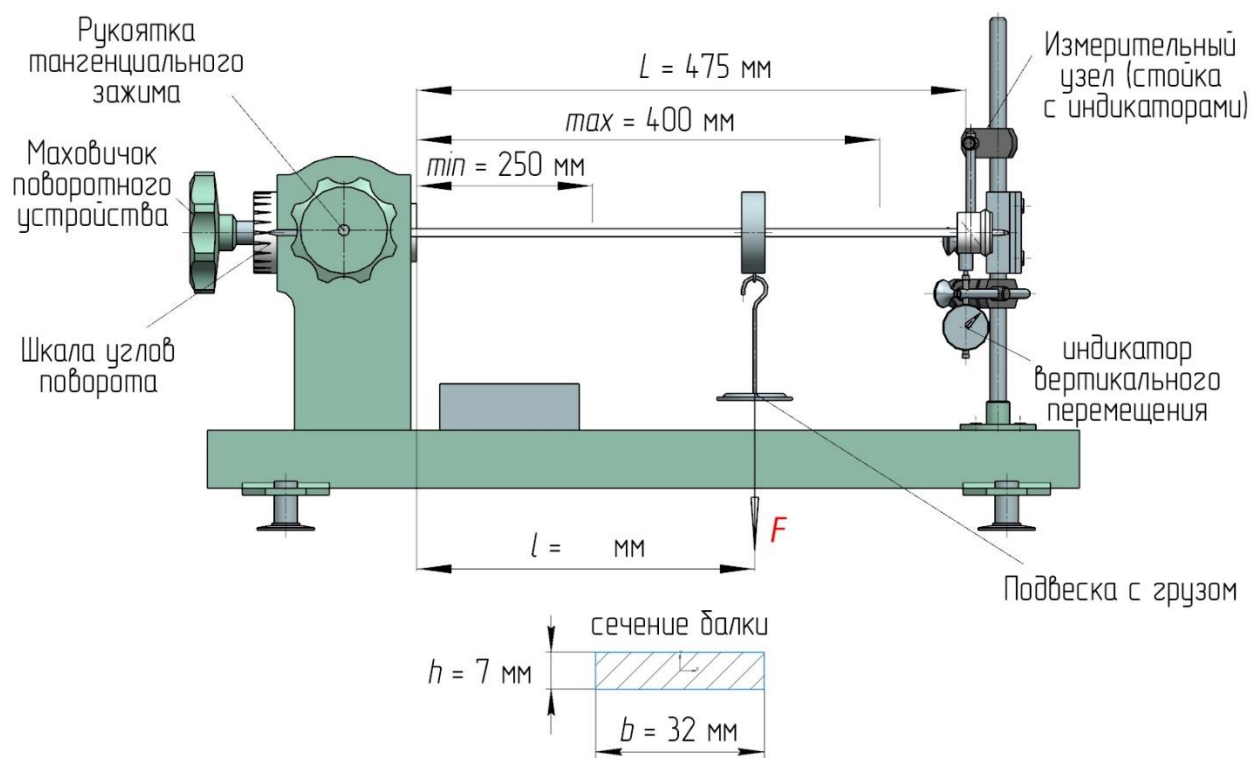
#### Критерии оценки:

- 2 балла - если работа выполнена правильно в объеме 70-100%.
- 1 балл - если работа выполнена правильно в объеме 40-70%.
- 0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

### Лабораторная работа №5 «Определение перемещений при косом изгибе»

#### Типовой пример задания

Экспериментально и теоретически определить значение и направление полного перемещения свободного конца консольной балки при косом изгибе, если  $F = 10$  Н,  $\alpha = 75^\circ$ ,  $l = 300$  мм.



### Регламент выполнения

1. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с техникой безопасности.
2. Приступая к выполнению лабораторной работе, следует внимательно прочитать постановку задачи, порядок выполнения и примером теоретического расчета.
3. При оформлении работы рекомендуется строго следовать бланку отчета и заканчивать выводами по результатам расчета.

### Критерии оценки:

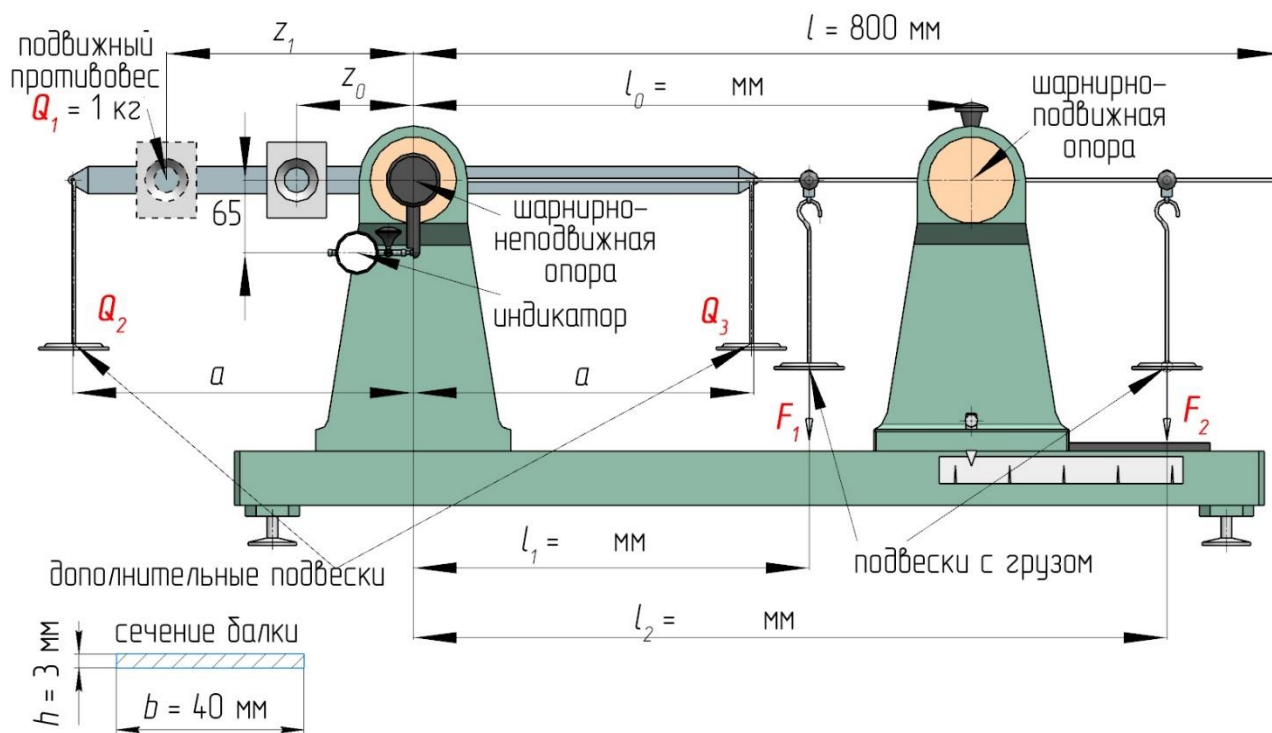
- 3 балла - если работа выполнена правильно в объеме 80-100%.
- 2 балла - если работа выполнена правильно в объеме 60-80%.
- 1 балл - если работа выполнена правильно в объеме 40-60%.
- 0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

## Лабораторная работа №6 «Определение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки»

### Типовой пример задания

Экспериментально и теоретически определить значение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки, если  $F_1 = 15 \text{ Н}$ ,  $F_2 = 20 \text{ Н}$ ,  $l_1 = 300 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 700 \text{ мм}$ ,  $l_0 = 600 \text{ мм}$ . Сравнить результаты и сделать выводы.





#### Регламент выполнения

1. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с техникой безопасности.
2. Приступая к выполнению лабораторной работе, следует внимательно прочесть постановку задачи, порядок выполнения и примером теоретического расчета.
3. При оформлении работы рекомендуется строго следовать бланку отчета и заканчивать выводами по результатам расчета.

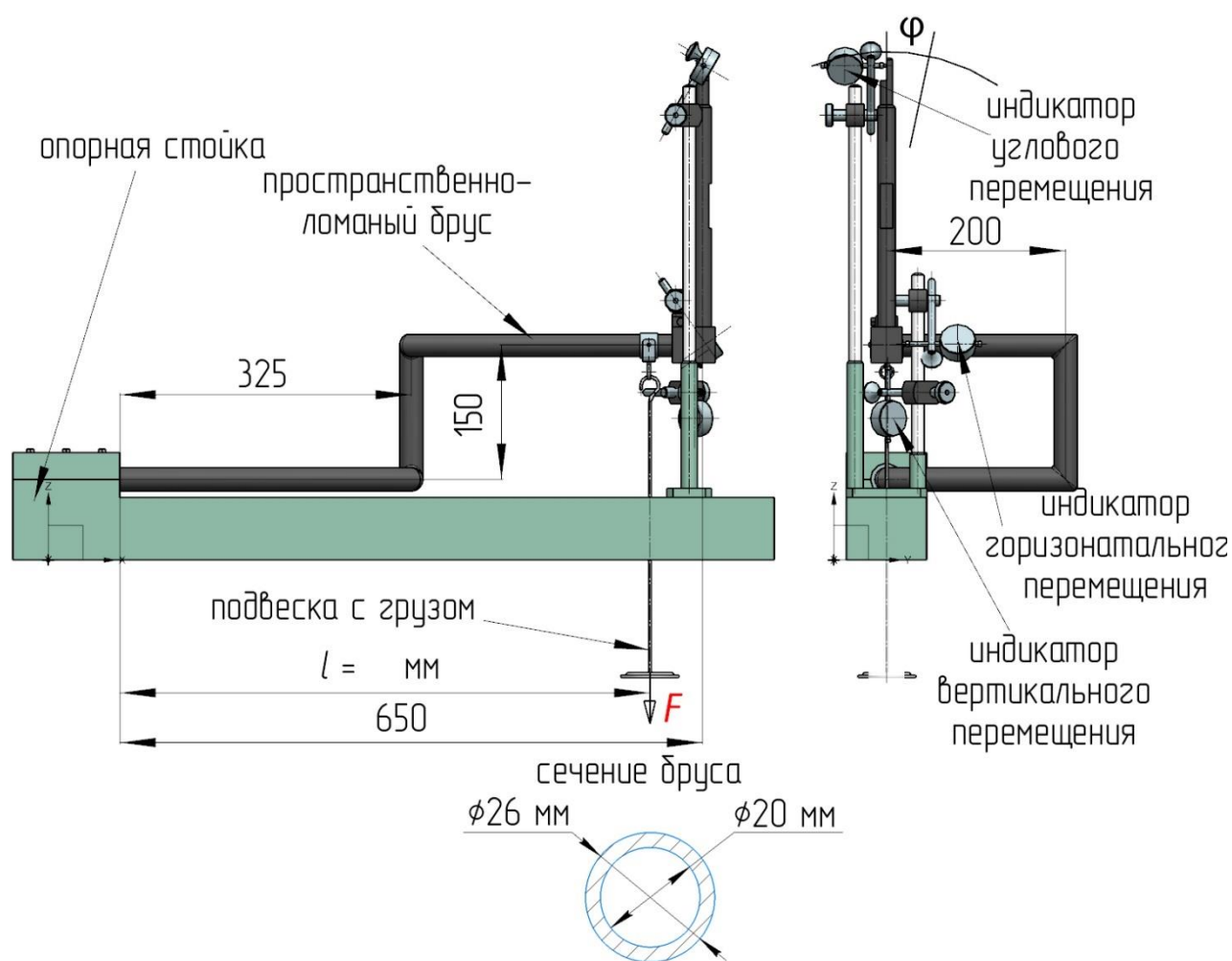
#### Критерии оценки:

- 3 балла - если работа выполнена правильно в объеме 80-100%.
- 2 балла - если работа выполнена правильно в объеме 60-80%.
- 1 балл - если работа выполнена правильно в объеме 40-60%.
- 0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

### Лабораторная работа №7 «Определение перемещений свободного конца ломаного бруса»

#### Типовой пример задания

Экспериментально и теоретически определить горизонтальное, вертикальное перемещение и угол поворота свободного конца ломаного бруса, если  $F = 10 \text{ H}$ ,  $l = 600 \text{ мм}$ . Сравнить результаты и сделать выводы.



### Регламент выполнения

1. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с техникой безопасности.
2. Приступая к выполнению лабораторной работе, следует внимательно прочитать постановку задачи, порядок выполнения и примером теоретического расчета.
3. При оформлении работы рекомендуется строго следовать бланку отчета и заканчивать выводами по результатам расчета.

### Критерии оценки:

- 3 балла - если работа выполнена правильно в объеме 80-100%.
- 2 балла - если работа выполнена правильно в объеме 60-80%.
- 1 балл - если работа выполнена правильно в объеме 40-60%.
- 0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

### Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Построение эпюр внутренних силовых факторов
1.1.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении-сжатии и кручении
1.2.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе балок
1.3.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе рам
2.	Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии
3.	Расчет на прочность и жесткость при изгибе
3.1.	Определение ЦТ и главных центральных моментов инерции сложного сечения
3.2.	Расчет на прочность и жесткость балок при прямом изгибе

### 7.2.3. Комплект задач для ИДЗ

Номер варианта для всех ИДЗ представляет собой трехзначное число, которое назначается преподавателем. Каждая цифра имеет вариативность, равную 10, и определяет указанную группу данных.

#### ИДЗ №1.

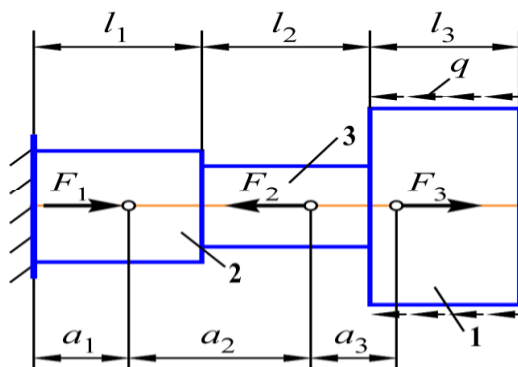
Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов»

#### ИДЗ №1.1.

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении-сжатии стержней и кручении»

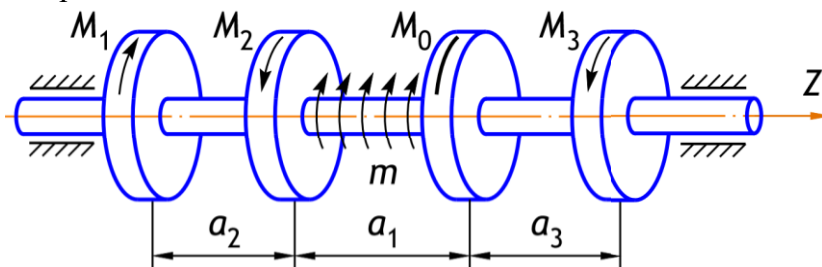
#### Типовой пример задачи

1. Для ступенчатого стержня, работающего в условиях растяжения-сжатия, построить эпюру внутренней продольной силы  $N$ .



Где:  $F_1=20\text{кН}$ ,  $F_2=10\text{кН}$ ,  $F_3=30\text{кН}$ ,  $q=20\text{кН/м}$ ,  $l_1=0,8\text{м}$ ,  $l_2=1,5\text{м}$ ,  $l_3=1,2\text{м}$ ,  $a_1=0,5\text{м}$ ,  $a_2=1,4\text{м}$ ,  $a_3=0,7\text{м}$ .

2. Для вала, заключенного в подшипники и работающего в условиях кручения, построить эпюру внутреннего крутящего момента  $M_z$ , предварительно вычислив значение момента  $M_0$  из условия равновесия.



Принять:  $M_1=1,6\text{кНм}$ ,  $M_2=2\text{кНм}$ ,  $M_3=2\text{кНм}$ ,  $m=8\text{кНм/м}$ ,  $a_1=0,5\text{м}$ ,  $a_2=0,3\text{м}$ ,  $a_3=0,2\text{м}$ .

#### Процедура оценивания:

1. Оценить правильность построения эпюры внутренней продольной силы.
2. Оценить правильность построения эпюры внутреннего крутящего момента.
3. Оценить степень сходимости теоретических и экспериментальных расчетов.

#### Критерии оценки:

2 балла – если задачи выполнены правильно в объеме 70-100%.

1 балл – если задачи выполнены правильно в объеме 40-70%.

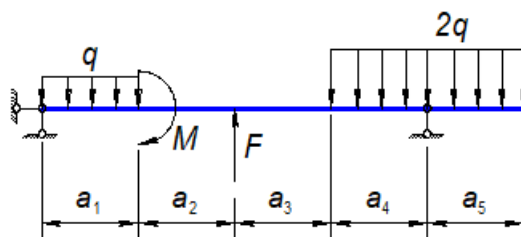
0 баллов – если задачи выполнены правильно менее чем на 40%.

#### ИДЗ №1.2.

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе балок»

#### Типовой пример задачи

Для статически определимой балки, работающей в условиях плоского изгиба, построить эпюры внутренних силовых факторов, предварительно вычислив реакции опор.



Принять:  $F=30\text{кН}$ ,  $M=40\text{кНм}$ ,  $q=20\text{кН/м}$ ,  $a_1=0,5\text{м}$ ,  $a_2=0,4\text{м}$ ,  $a_3=0,6\text{м}$ ,  $a_4=0,5\text{м}$ ,  $a_5=0,6\text{м}$ .

**Процедура оценивания:**

1. Проверить правильность вычисления реакций опор.
2. Проверить соответствие построенных эпюр ВСФ характерным признакам правильности построения.

3. Оценить применение правил знаков для ВСФ.

4. Проверить правильность вычисления значений ВСФ в граничных сечениях.

**Критерии оценки:**

2 балла – если задачи выполнены правильно в объеме 70-100%.

1 балл – если задачи выполнены правильно в объеме 40-70%.

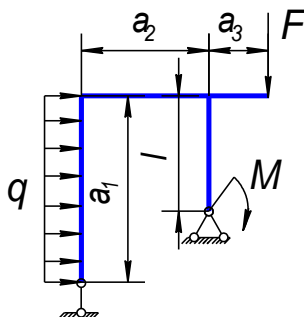
0 баллов – если задачи выполнены правильно менее чем на 40%.

**ИДЗ №1.3.**

**Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе рам»**

**Типовой пример задачи**

Для статически определимой рамы, работающих в условиях плоского изгиба, построить эпюры внутренних силовых факторов. Для двухопорной рамы предварительно вычислить реакции опор.



Принять:  $F=30\text{кН}$ ,  $M=40\text{кНм}$ ,  $q=20\text{кН/м}$ ,  $a_1=1,5\text{м}$ ,  $a_2=2\text{м}$ ,  $a_3=0,6\text{м}$ ,  $l=0,5\text{м}$ .

**Процедура оценивания:**

1. Проверить правильность вычисления реакций опор.
2. Проверить соответствие построенных эпюр ВСФ характерным признакам правильности построения.

3. Оценить применение правил знаков для ВСФ.

4. Проверить правильность вычисления значений ВСФ в граничных сечениях.

**Критерии оценки:**

3 балла – если задание выполнено правильно в объеме 80-100%.

2 балла – если задание выполнено правильно в объеме 60-80%.

1 балл – если задание выполнено правильно в объеме 40-60%.

0 баллов – если задание выполнено правильно менее чем на 40%.

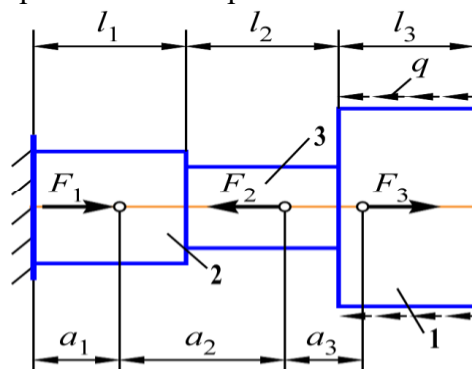
**ИДЗ №2.**

**Тема: «Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии»**

**Типовой пример задачи**

Ступенчатый стальной брус круглого поперечного сечения нагружен силами, направленными вдоль его оси.

Приняв на исходной схеме соотношение площадей круглых поперечных сечений по пронумерованным участкам бруса:  $A_1=A$ ,  $A_2=A/2$ ,  $A_3=A/3$ , подобрать из условия прочности  $[A]$  – допускаемую площадь поперечного сечения. Проверить выполнение условия жесткости. Спроектировать брус равного сопротивления и провести обоснование его экономичности.



Принять:  $F_1=20\text{кН}$ ,  $F_2=10\text{кН}$ ,  $F_3=30\text{кН}$ ,  $q=20\text{кН/м}$ ,  $l_1=0,8\text{м}$ ,  $l_2=1,5\text{м}$ ,  $l_3=1,2\text{м}$ ,  $a_1=0,5\text{м}$ ,  $a_2=1,4\text{м}$ ,  $a_3=0,7\text{м}$ . Материал Сталь 40,  $\sigma_T=340\text{МПа}$ ,  $n_T=1,8$ .

#### Процедура оценивания:

1. Проверить соответствие построенных эпюр характерным признакам правильности построения.

2. Оценить применение правил знаков.

3. Проверить правильность вычисления значений  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\delta$  в граничных сечениях.

#### Критерии оценки:

4 балла – если работа выполнена правильно в объеме 80-100%.

3 балла – если работа выполнена правильно в объеме 60-80%.

2 балла – если работа выполнена правильно в объеме 40-60%.

0 баллов – если работа выполнена правильно менее чем на 40%.

#### ИДЗ №3.

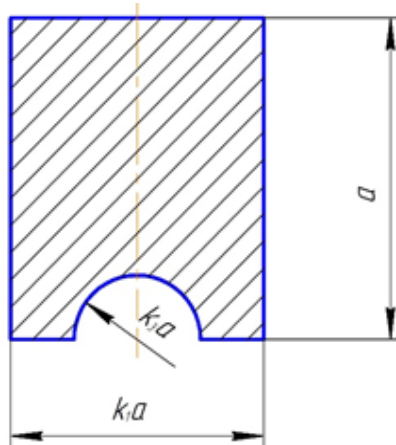
Тема: «Расчет на прочность и жесткость при изгибе»

#### ИДЗ №3.1.

Тема: «Определение ЦТ и главных центральных моментов инерции сложного сечения»

#### Типовой пример задачи

Сечение сложной формы является поперечным сечением некоторой нагруженной конструкции. Для расчета в дальнейшем этой конструкции на прочность и жесткость необходимо определить положение главных центральных осей и значения главных центральных моментов инерции сложного сечения.



Принять:  $k_1=0,9$ ,  $k_3=0,3$ .

#### Процедура оценивания:

1. Оценить правильность разбиения сложной фигуры на простые, нанесения точек ЦТ простых фигур и вычисления их координат и площадей.
2. Проверить правильность вычисления координаты точки ЦТ сложной фигуры и её нанесения на чертеже.
3. Проверить правильность применения формул для вычисления главных центральных моментов инерции и правильность самих вычислений.

#### Критерии оценки:

2 балла – если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.

1 балл – если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.

0 баллов – если задача выполнена правильно менее чем на 40%.

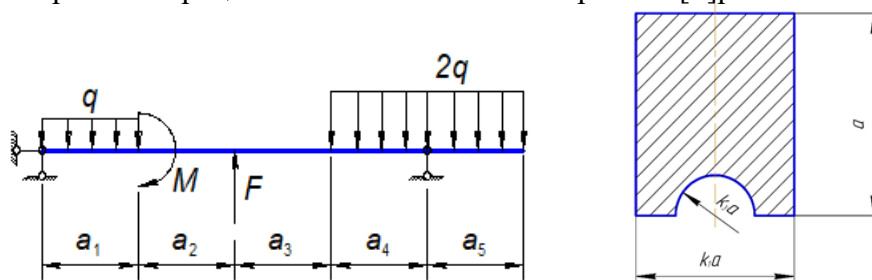
#### ИДЗ №3.2.

##### Тема: «Расчет на прочность и жесткость балок при прямом изгибе»

##### Типовой пример задачи

Для нагруженной двухопорной балки, изготовленной из пластичного материала (допускаемое напряжение  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ ), подобрать из условия прочности двутавровое, прямоугольное ( $h/b = 2$ ) и круглое сечения. Указать наиболее рациональную форму сечения по расходу материала.

Для нагруженной двухопорной балки, выполненной из хрупкого материала, подобрать из условия прочности характерный размер  $[a]$  сложного поперечного сечения, предварительно решив вопрос о его рациональном положении. Принять  $[\sigma]_p = 75 \text{ МПа}$ ,  $[\sigma]_c = 165 \text{ МПа}$ .



Принять:  $F=30 \text{ кН}$ ,  $M=40 \text{ кНм}$ ,  $q=20 \text{ кН/м}$ ,  $a_1=0,5 \text{ м}$ ,  $a_2=0,4 \text{ м}$ ,  $a_3=0,6 \text{ м}$ ,  $a_4=0,5 \text{ м}$ ,  $a_5=0,6 \text{ м}$ ,  $k_1=0,9$ ,  $k_3=0,3$ .

#### Процедура оценивания:

1. Оценить правильность определения положения опасного сечения.
2. Определить, верно ли выбрано рациональное положение сечения и правильно ли указано наиболее опасное волокно.
3. Проверить правильность вычисления значения параметра  $a$ .

#### Критерии оценки:

4 балла – если задача выполнена правильно в объеме 80-100%.

3 балла – если задача выполнена правильно в объеме 60-80%.

2 балла – если задача выполнена правильно в объеме 40-60%.

0 баллов – если задача выполнена правильно менее чем на 40%.

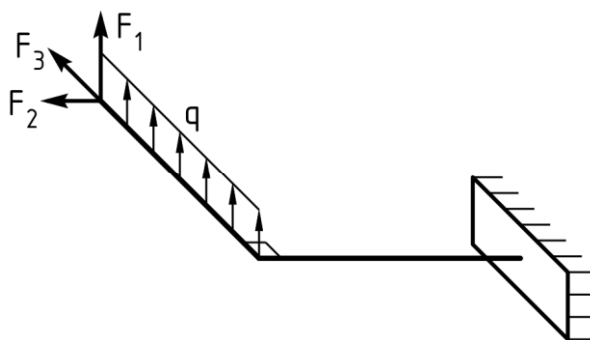
#### ИДЗ №4.

##### Тема: «Расчет на прочность при сложного сопротивлении»

##### Типовой пример задачи

Консольная рама нагружена пространственной системой внешних сил:  $F_1=4,5 \text{ кН}$ ,  $F_2=3,5 \text{ кН}$ ,  $F_3=1,5 \text{ кН}$ ,  $q=2 \text{ кН/м}$ . Длина элементов рамы одинакова и равна  $l=0,5 \text{ м}$ . Материал рамы – сталь Ст3 с допускаемым напряжением  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ . Требуется подобрать для рамы из условия прочности диаметр круглого поперечного сечения  $d$ , а также размеры прямоугольного сечения  $b$  и  $h$ , если  $h/b=1,5$ . Сравнить подобранные сечения с точки зрения металлоемкости.

При наличии в опасной точке нормальных и касательных напряжений использовать III теорию предельного состояния.



**Процедура оценивания:**

1. Проверить правильность построения эпюр изгибающих моментов.
2. Оценить правильность определения положения опасного сечения и рациональность расположения прямоугольника.
3. Проверить правильность определения положения опасных точек и записи условия прочности.
4. Оценить верность вычислений и использования системы единиц измерений.

**Критерии оценки:**

- 3 балла – если задача выполнена правильно в объеме 80-100%.
- 2 балла – если задача выполнена правильно в объеме 60-80%.
- 1 балла – если задача выполнена правильно в объеме 40-60%.
- 0 баллов – если задача выполнена правильно менее чем на 40%.

▪ **Комплект расчетных заданий на платформе «Росдистант»**

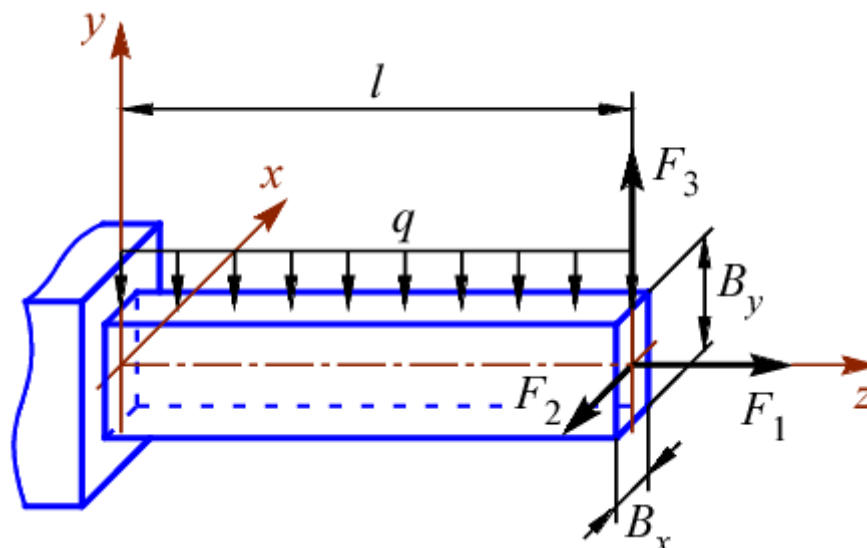
**Тема «Расчет на прочность при совместном действии изгиба в двух плоскостях и растяжения-сжатия»**

**Расчетное задание №1**

Для показанного на рисунке стержня требуется определить из условия прочности размеры двух видов поперечного сечения: круглого с диаметром  $d$  и прямоугольного с длинами сторон  $V_x$  и  $V_y$  при заданном соотношении между ними  $h/b$ . Для прямоугольного сечения предварительно выбрать рациональное его расположение. Определить, какое сечение является более эффективным с точки зрения расхода материала.

Принять допускаемое напряжение  $[\sigma] = 160$  МПа, число  $\pi = 3,14$ .

Все значения задаются случайным образом.



#### Процедура оценивания

1. Оценить в какой четверти опасного сечения стержня находится опасная точка.
2. Оценить правильность определения диаметра круглого сечения  $d$ .
3. Оценить правильность определения абсолютного значения нормального напряжения в опасной точке стержня круглого сечения  $\sigma_{кр}$ .
4. Оценить правильность определения размеров прямоугольного сечения  $b$  и  $h$ .
5. Оценить правильность определения абсолютного значения нормального напряжения в опасной точке стержня прямоугольного сечения  $\sigma_{пр}$ .
6. Оценить правильность определения сечения, которое является более эффективным с точки зрения расхода материала.

#### Критерии оценки:

34 балла – если студент правильно определил в какой четверти опасного сечения стержня находится опасная точка; диаметр круглого сечения и размеры прямоугольного сечения  $b$  и  $h$ ; абсолютное значение нормального напряжения в опасной точке стержня круглого сечения  $\sigma_{кр}$  и прямоугольного сечения  $\sigma_{пр}$ ; указал какое сечение является более эффективным с точки зрения расхода материала.

33 балла – если студент правильно определил в какой четверти опасного сечения стержня находится опасная точка; диаметр круглого сечения и размеры прямоугольного сечения  $b$  и  $h$ ; абсолютное значение нормального напряжения в опасной точке стержня круглого сечения  $\sigma_{кр}$  и прямоугольного сечения  $\sigma_{пр}$ .

31 балл – если студент правильно определил в какой четверти опасного сечения стержня находится опасная точка; диаметр круглого сечения и размеры прямоугольного сечения  $b$  и  $h$ ; абсолютное значение нормального напряжения в опасной точке стержня круглого сечения  $\sigma_{кр}$ .

21 балла – если студент правильно определил в какой четверти опасного сечения стержня находится опасная точка; определил диаметр круглого сечения; определил абсолютное значение нормального напряжения в опасной точке стержня круглого сечения  $\sigma_{кр}$ .

12 баллов – если студент правильно определил в какой четверти опасного сечения стержня находится опасная точка; определил диаметр круглого сечения.

2 балла – если студент правильно определил в какой четверти опасного сечения стержня находится опасная точка.

0 баллов – если студент все величины определили неправильно.

#### Тема «Расчет сжатых стержней на устойчивость»

#### Расчетное задание №2



Поперечное сечение центрально сжатой стойки (рис. 1а) составлено из двух двутавров (рис. 16). Материал стойки сталь 5 с допускаемым напряжением  $[\sigma]=180$  МПа. При решении принять:  $\lambda_0 = 55$ ,  $\lambda_{\text{пред}} = 90$ ,  $a = 342$  МПа,  $b = 1,39$  МПа.

Все значения задаются случайным образом.

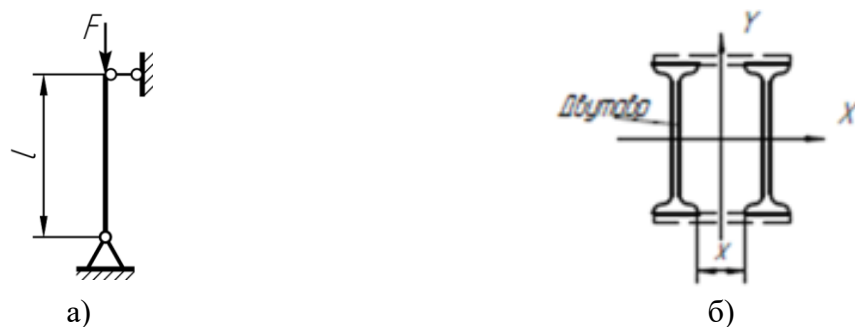


Рисунок 1. Схема закрепления стойки (а) и ее поперечное сечение (б).

Определите:

- расстояние «х» между ветвями стойки, обеспечивающее равноустойчивость конструкции;
- допускаемую нагрузку из условия устойчивости;
- критическую нагрузку;
- коэффициент запаса устойчивости.

#### Процедура оценивания

1. Оценить правильность определения расстояние х для заданной стойки из условия равноустойчивости.
2. Оценить правильность определения допускаемой нагрузки из условия устойчивости.
3. Оценить правильность определения критической нагрузки.
4. Оценить правильность определения коэффициента запаса устойчивости.

#### Критерии оценки:

33 балла – если студент правильно определил расстояние х для заданной стойки из условия равноустойчивости; допускаемую величину сжимающей нагрузки на стойку  $[F]$  и величину критической нагрузки  $F$ ; коэффициента запаса устойчивости стойки  $n$ .

30 баллов – если студент правильно определил расстояние х для заданной стойки из условия равноустойчивости; допускаемую величину сжимающей нагрузки на стойку  $[F]$  и величину критической нагрузки  $F$ .

15 баллов – если студент правильно определил расстояние х для заданной стойки из условия равноустойчивости; допускаемую величину сжимающей нагрузки на стойку  $[F]$ , используя коэффициент продольного изгиба  $\varphi$ .

5 баллов – если студент правильно определил расстояние х для заданной стойки из условия равноустойчивости.

0 баллов – если студент все величины определили неправильно.

### Тема: «Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках»

#### Расчетное задание №3

Вал редуктора, представляющий собой стержень круглого сечения с концентратором напряжений (рис. 1), подвергается действию изгибающего и крутящего моментов, изменяющихся по синусоидальному закону. Материал вала – сталь 60, механические характеристики:  $\sigma_B=700$  МПа,  $\sigma_T=410$  МПа,  $\sigma_{-1}=380$  МПа,  $\tau_T=200$  МПа,  $\tau_{-1}=200$  МПа.

Все значения задаются случайным образом.

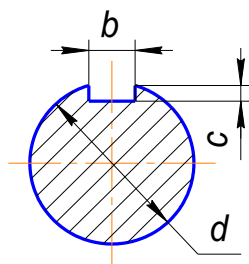


Рисунок 1. Вал с одной шпоночной канавкой

Определить:

- коэффициент запаса прочности вала по выносливости;
- коэффициент запаса прочности вала по текучести.

#### Процедура оценивания

1. Оценить правильность определения коэффициент запаса прочности вала по выносливости и текучести.
2. Оценить правильность определения коэффициент запаса прочности вала по текучести.

#### Критерии оценки:

33 балла – если студент правильно определил коэффициент запаса прочности вала по выносливости и текучести.

18 баллов – если студент правильно определил коэффициент запаса прочности вала по выносливости.

0 баллов – если студент все величины определили неправильно.

Расчетные задания выполняются на платформе Росдистант. За выполненные задания студент получает баллы пропорционально количеству правильных ответов, максимум составляет 100 баллов. Затем эти баллы переносятся на Образовательный портал пропорционально, из расчета 100 баллов Росдистанта = 20 баллов на Образовательном портале.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Цели и задачи сопротивления материалов
2	Основные допущения и принципы сопротивления материалов
3	Модели прочностной надежности
4	Метод сечений
5	Классификация простейших видов нагружения
6	Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии
7	Построение эпюр ВСФ при кручении
8	Дифференциальные зависимости между внешними и внутренними силовыми факторами при изгибе
9	Построение эпюры поперечной силы $Q_y$
10	Построение эпюры изгибающих моментов $M_x$
11	Основные виды расчетов в сопротивлении материалов
12	Определение напряжений при растяжении-сжатии

№ п/п	Вопросы к экзамену
13	Деформации при растяжении-сжатии. Коэффициент Пуассона
14	Закон Гука при растяжении-сжатии
15	Испытание на растяжение. Характеристики прочности и пластичности. Явление наклепа
16	Испытание на сжатие. Особенности испытания на сжатие
17	Пластичные и хрупкие материалы. Особенности их поведения при растяжении и сжатии
18	Расчет на прочность при растяжении-сжатии
19	Виды расчетов на прочность
20	Понятие равнопрочного стержня
21	Расчет на жесткость при растяжении-сжатии. Построение эпюры перемещений.
22	Геометрические характеристики плоских сечений, их определения.
23	Главные оси и главные моменты инерции
24	Формулы для определения главных центральных моментов инерции простейших сечений: прямоугольника, треугольника, круга, кольца
25	Теорема о суммировании моментов инерции
26	Теорема о преобразовании моментов инерции при параллельном переносе осей
27	Теорема о преобразовании моментов инерции при повороте осей
28	Нормальные напряжения при чистом изгибе
29	Осевой момент сопротивления
30	Касательные напряжения при прямом поперечном изгибе. Формула Журавского
31	Расчет на прочность при плоском изгибе
32	Дифференциальное уравнение упругой линии балки
33	Интегрирование дифференциального уравнения упругой линии
34	Определение перемещений при изгибе методом Мора
35	Численные приложения интеграла Мора. Формула Симпсона
36	Способ Верещагина при определении перемещений
37	Условие жесткости при изгибе
38	Косой изгиб
39	Внецентренное растяжение-сжатие
40	Чистый сдвиг и его особенности
41	Закон Гука при чистом сдвиге
42	Определение касательных напряжений при кручении
43	Полярный момент сопротивления
44	Условие прочности при кручении
45	Перемещения при кручении. Построение эпюры углов закручивания
46	Условие жесткости при кручении: в абсолютных и в относительных углах закручивания
47	Расчет на срез и смятие
48	Статически определимые и статически неопределимые системы. Метод сил. Деформационная проверка.
49	Расчет на прочность и жесткость статически неопределимых систем.
50	Понятие напряженного состояния в точке и его виды. Главные площадки и главные напряжения.
51	Плоское напряженное состояние. Прямая и обратная задачи плоского напряженного состояния. Круг Мора.
52	Объемное напряженное состояние. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация.
53	Теории предельного состояния: названия, критерии равнопрочности, рекомендации к применению.
54	Общий случай нагружения. Расчет на прочность при общем случае нагружения.

№ п/п	Вопросы к экзамену
55	Устойчивость сжатых стержней. Задача Эйлера. Формула Эйлера определения критической силы.
56	Влияние способа закрепления стержня на величину критической силы. Коэффициент приведения длины.
57	Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня.
58	Эмпирическая формула Ясинского определения критического напряжения. Пределы её применимости.
59	Диаграмма зависимости критического напряжения от гибкости стержня.
60	Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Коэффициент продольного изгиба. Виды расчета на устойчивость.
61	Усталость и выносливость материала. Характеристики циклов напряжений. Виды циклов напряжений.
62	Кривые усталости. Предел выносливости материала.
63	Диаграмма предельных амплитуд. Схематизированные диаграммы предельных амплитуд.
64	Конструктивно-технологические факторы, влияющие на усталостную прочность материала. Коэффициент запаса при циклическом нагружении.
65	Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Учет сил сопротивления среды.
66	Расчет на прочность и жесткость при вынужденных колебаниях систем. Податливость системы. Коэффициент динамичности.
67	Особенности ударного действия нагрузки. Виды удара.
68	Общий случай ударного воздействия нагрузки. Коэффициент динамичности в общем случае ударного воздействия.
69	Частные случаи удара. Коэффициенты динамичности для частных случаев удара.
70	Расчет на прочность и жесткость при ударе.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	Если итоговый рейтинг составляет от 85 до 100 баллов
		«хорошо»	Если итоговый рейтинг составляет от 70 до 84 баллов
		«удовлетворительно»	Если итоговый рейтинг составляет от 55 до 69 баллов
		«неудовлетворительно»	Если итоговый рейтинг составляет от 0 до 54 баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	В. И. Ковалевский, Е. И. Голяков	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]	учебное пособие	2025	ЭБС «Лань»
2.	В. А. Жилкин	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]	учебное пособие	2024	ЭБС IPR SMART
3.	Д. А. Филиппов, О. В. Летенков	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]	учебно-методическое пособие	2023	ЭБС IPR SMART
4.	А. В. Сергеевичев, А. Н. Пенкин, В. Е. Бызов	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
5.	М. Н. Серазутдинов, М. Н. Убайдуллоев	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]	практикум	2022	ЭБС IPR SMART

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Т. Ф. Гаврилова, Е. П. Гордиенко, А. А. Разуваев	Сопротивление материалов. Часть 1 [Электронный ресурс]	практикум	2017	Репозиторий ТГУ
2.	Т. Ф. Гаврилова, Е. П. Гордиенко, А. А. Разуваев	Сопротивление материалов. Часть 2 [Электронный ресурс]	практикум	2016	Репозиторий ТГУ
3.	П.А. Степин	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]	учебник	2014	ЭБС «Лань»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<http://www.toehelp.ru/theory/sopromat/> Лекции по дисциплине «Сопротивление материалов», иллюстрированные примерами решения задач.

<http://technofile.ru/files/sopromat.html> Материалы для скачивания: шпаргалки, методические пособия по решению задач, учебник Феодосьева по Сопротивлению материалов, сортамент прокатных профилей, формулы.

<http://mysopromat.ru/> На этом сайте находится:

- полный конспект лекций по курсу «Сопротивление Материалов»;
- история создания и становления сопротивления материалов;
- описание современных методов конструирования и расчета изделий на прочность и долговечность;
- статистические методы обработки результатов механических испытаний;
- описание современных программных комплексов CAD/FEA;
- различные и полезные справочные материалы.

<http://www.soprotmat.ru/> На сайте находится курс лекций, лабораторный практикум, музей разрушений, учебные фильмы, справочные данные и многое другое.

<http://botaniks.ru/sopromat.php> На этом сайте есть возможность бесплатно скачать примеры решения задач по Сопротивлению материалов.

[http://www.1001soft.com/soft/sopromat\\_raschet\\_ploskih\\_balok\\_i\\_ram-945.html](http://www.1001soft.com/soft/sopromat_raschet_ploskih_balok_i_ram-945.html) Здесь можно бесплатно скачать программу для расчета балок, работающих на изгиб.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 234/10/21-К от 19.10.2021, срок действия – до 01.03.2022

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового	Парты-моноблоки двухместные Доска меловая трехстворчатая, стол преподавательский., стул

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-127)	преподавательский. Раковина, шкаф двухстворчатый
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.. (А-115)	Столы ученические (моноблок двухместный), столы преподавательские, стулья преподавательские, доска аудиторная, меловая, шкаф для учебных пособий, лабораторная установка, вытяжная вентиляция, приточная вентиляция.
3	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-406)	Доска передвижная, Столы компьютерные, Стулья, Системные блоки, Мониторы, Координатно-измерительный манипулятор «Micro Scribe 3D», Принтер “HP”LaserJet1010. Экран для проектора, настенный, Проектор, Сейф, Программное обеспечение:Siemens NX9.0 – 15 точек доступа, Аскон Компас 3D – 15 точек доступа, Delcam PowerMill – 15. точек доступа, Delcam PowerInspect – 15 точек доступа, Delcam PowerShape – 15. точек доступа, MicrosoftOffice – 15. точек доступа, Autoform 4.2 - 5. точек доступа, LS-DYNA- 10 точек доступа,DEFORM - 10 точек доступа,Matlab - 5 точек доступа,TeamCenter Siemens PLM Software -10 точек доступа,TEBIS- 10 точек доступа